

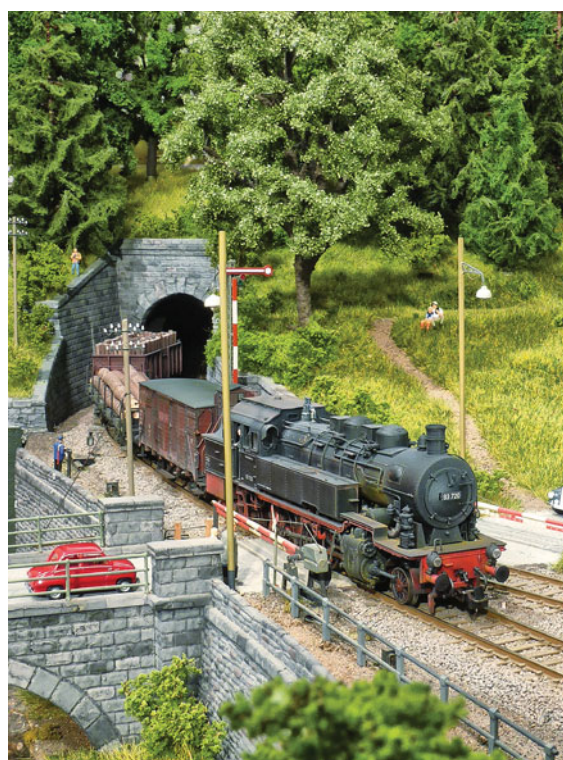


MODELLBAHN PRAXIS

Burkhard und Stephan Rieche/Uwe Stehr

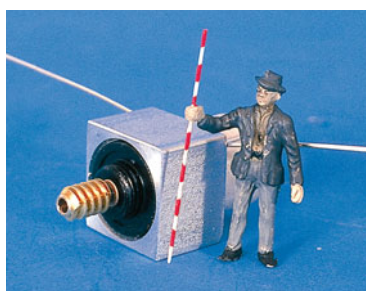
MODELLBAHN WERKSTATT

Materialien, Methoden, Werkzeuge



Deutschland € 10,-
Österreich € 11,50 · Schweiz sFr 19,80
Be/Lux € 11,60 · Niederlande € 12,75
Italien, Frankreich, Spanien,
Portugal (cont), Finnland € 12,50

MIBA-Modellbahn-Praxis 1/2015
Best.-Nr. 150 87448
ISBN 978-3-89610-634-6



01

Profitipps für die Praxis



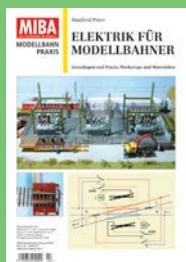
Der Bau einer kleinen Modellbahnanlage ist oft eine durchaus große Herausforderung: Eingeschränkte Platzverhältnisse erfordern eine pfiffige Planung, die Gestaltung handwerkliches Geschick und ein kreatives Händchen. Das gilt auch für die technische Zuverlässigkeit: Denn was wäre eine Kleinanlage ohne sicheren Fahrbetrieb?

Gerhard Peter von der MIBA-Redaktion stellt eine Kleinanlage von der ersten Idee über Planung, Bau und Gestaltung bis hin zum Fahrbetrieb vor. In zwölf Kapiteln geht er auf Rahmenbau, Gleisverlegung, Elektrik, Landschaft und Vegetation sowie den Bau von Brücken, Tunneln und Stützmauern ein.

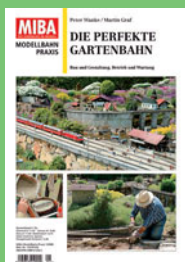
Diese Ausgabe von MIBA-Modellbahn-Praxis bietet Anregungen, Tipps und Knowhow für alle aktiven Modellbahner – unabhängig von Bau-Größen und Systemen, dargestellten Epochen und Anlagenthemen!

**84 Seiten im DIN-A4-Format, Klammerheftung,
über 300 Abbildungen
Best.-Nr. 15078447 | € 10,-**

Weitere Titel aus der Reihe MIBA-MODELLBAHN-PRAXIS:



Best.-Nr. 150 87435



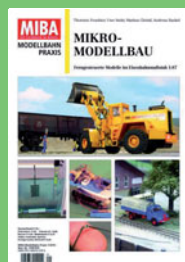
Best.-Nr. 150 87436



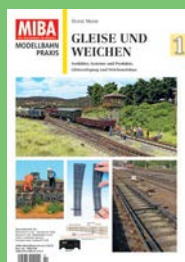
Best.-Nr. 150 87437



Best.-Nr. 150 87438



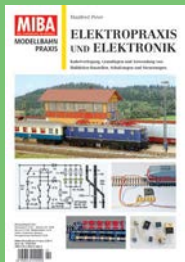
Best.-Nr. 150 87439



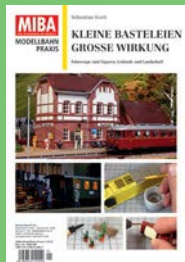
Best.-Nr. 150 87440



Best.-Nr. 150 87441



Best.-Nr. 150 87442



Best.-Nr. 150 87443



Best.-Nr. 150 87444



Best.-Nr. 150 87445



Best.-Nr. 150 87446

Jeder Band mit 84 Seiten im DIN-A4-Format und über 180 Abbildungen, je € 10,-

Was haben wir Modelleisenbahner nicht für Probleme: Wir diskutieren über Schotterkorngrößen auf Nebenbahnen der Epoche III und über den Knickwinkel der Wagner-Windleitbleche von Reichsbahn-Vorserienloks der Baureihe 23. Wir diskutieren stundenlang über die Vorzüge von Heki-Grasfasern gegenüber solchen von Woodland Scenics. Aber haben wir schon mal einen Blick auf jene Hilfsmittel geworfen, mit denen wir alle diese kleinen Wunderwerke erschaffen?“ – So stand es auch schon im Vorwort zur ersten Auflage dieser kleinen Broschüre über die Modellbahn-Werkstatt. Heute – zwölf Jahre später – hat sich an den Diskussionen eigentlich nichts geändert.

Basteln mit Lust statt Frust

Doch im Bereich der Werkzeuge gibt es solche, in denen die Zeit mit Riesenschritten vorwärtsschreitet: Klar – die Fortschritte am Hammer an sich oder der Holzraspel sind wohl eher minimal. Aber beispielsweise hat die Lasertechnik ganz neue Möglichkeiten geschaffen: In der Formgebung spielt sich das derzeit noch in finanziellen Dimensionen ab, in denen der private Modellbahner nicht spielt, aber unter dem Schlagwort „Lasercut“ entstehen im Kleinserienbereich ganz neue Strukturen. Und man kann wohl davon ausgehen, dass irgendwann auch Schneidlaser für den Privatbereich erschwinglich sein werden. Noch schneller geht es im Bereich der „additiven Technologien“, zu denen das 3D-Drucken gehört. Auch hier geht der Impuls von der gewerblichen Seite aus, aber als wir plötzlich im Elektronik-Markt einen 3D-Drucker in trauter Nachbarschaft zu Tintenstrahldruckern fanden, machte es bei uns doch „klick“. Unnötig zu sagen, dass wir an dieser Stelle keinen tiefen, auf die nächsten zehn Jahre zielenden Eindruck geben können – dazu ist die Technik zu schnell in ihrer Entwicklung.

Aber wie auch in der ersten Auflage wollen wir einen Überblick geben, was für Werkzeuge in unserem Hobby sinnvoll eingesetzt werden können, was für Unterschiede es zwischen ihnen gibt und worauf beim Kauf zu achten ist. Die Broschüre ist dazu wieder grob in drei Kapitel eingeteilt, die sozusagen für verschiedene „Evolutionstufen“ des Modellbahners stehen:

- Im ersten Teil behandeln wir alles, was man für eine gut ausgestattete Bastelwerkstatt benötigt. Mit den hier aufgeführten Werkzeugen tut man sich leichter beim Zusammenbau von Kunststoffbausätzen und bei kleineren Holzbasteleien. Aber auch Spezialwerkzeuge, wie sie beispielsweise bei der Modellgleisverlegung hilfreich sind, stellen wir hier vor.
- Im zweiten Teil wenden wir uns schwerpunktmäßig den größeren Holzarbeiten zu, wie sie typischerweise beim Bau eines Modellbahnanlagenunterbaus vorkommen.
- Der dritte Teil steht im Zeichen der Metallbearbeitung, wie sie beispielsweise beim Bau von Fahrzeugen notwendig sind.

Einige Bauprojekte zeigen die Werkzeuge abschließend in der praktischen Anwendung und runden jedes Kapitel dadurch ab. Im Vergleich zur Erstausgabe haben wir – Leser Anregungen folgend – den Anteil an modellbahnspezifischen Werkzeugthemen erhöht und allgemeinere Themen reduziert.

Nach wie vor gilt, dass gutes Werkzeug unabdingbar für gute Bauergebnisse ist. Dass es gutes Werkzeug nicht zum Billigpreis gibt, sei an dieser Stelle nicht verschwiegen. Natürlich kann man seine Feilen, Messer und Elektrowerkzeuge auch von den Grabbeltischen vor den Kassen der Baumärkte kaufen. Mehr langfristige Freude wird man aber haben, wenn man gleich hochwertigeres Werkzeug kauft. Der Mehrpreis rechnet sich in der Regel dadurch, dass die Werkzeuge länger halten und länger gute Bauergebnisse bringen.

Mit dieser Broschüre werden Sie in die Lage versetzt, für die meisten Anwendungen im Modellbau das richtige Werkzeug auszuwählen und mit Freude statt Frust anzuwenden.

In diesem Sinne viel Vergnügen !

Burkhard und Stephan Rieche, Uwe Stehr



Das Autorentrio, frohen Mutes nach getaner Arbeit. *Burkhard* (links) und *Stephan Rieche* (rechts) haben seit 1986 zahlreiche Artikel für MIBA und MIBA-Spezial, aber auch für *Bahn & Modell* und das *Eisenbahn-Magazin* verfasst. Langjährigen MIBA-Lesern sind die Ingenieure vor allem durch ihre Beiträge über Anlagenbau, Landschaftsgestaltung und Modellbahnbetrieb sowie durch die grundlegenden Bände über „Modellbahn-Landschaft“ und „Gebäude-Modellbau“ in der MIBA-Praxis-Reihe bekannt. Der Maschinenbau-Ingenieur *Uwe Stehr*, seines Zeichens Schmalspurfan und passionierter Fahrzeug-Modellbauer mit inzwischen einer Reihe von MIBA-Veröffentlichungen zu diesen Themen, zeichnet auch für die entsprechenden Kapitel in dieser Broschüre verantwortlich.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Modellbahn-Werkstatt / Uwe Stehr : Stephan Rieche. -
Fürstenfeldbruck : Miba-Verlag, 2015 (Miba-Modell-
bahn-Praxis) (Miniaturbahnen)
ISBN 3-86046-634-6

© 2015 by Verlagsgruppe Bahn GmbH,
MIBA-Verlag, Fürstenfeldbruck

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, Reproduktion und Vervielfältigung – auch
auszugsweise und mithilfe elektronischer
Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher
Genehmigung des Verlages.

Der Einsatz der in dieser Publikation beschriebenen
Werkzeuge erfolgte nach bestem Wissen und
Gewissen. Die geschilderten Vorgehensweisen und alle
Ratschläge sind praxiserprobt. Dennoch ist eine
Haftung der Autoren und des Verlages und seiner
Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögens-
schäden ausgeschlossen.

Litho: Fabian Ziegler

Druck: Westermann-Druck GmbH, Braunschweig



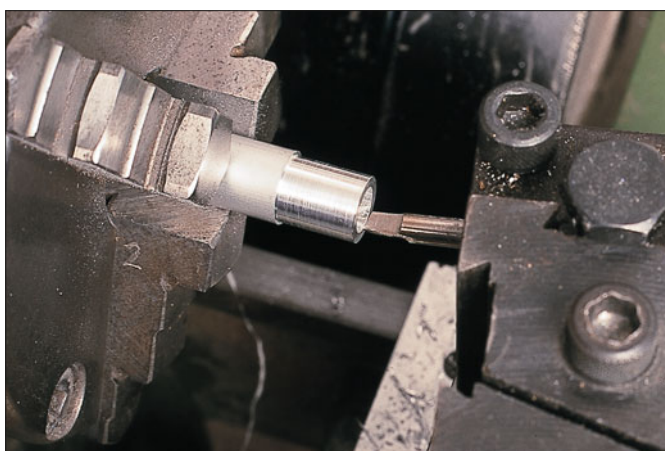
16

Eine Tellerschleifmaschine bewährt sich, wenn exakt winkliges Arbeiten gefragt ist. Geht es in der Bastel-Werkstatt ums Schleifen und Feilen, ist aber auch manueller Einsatz angesagt.



49

Natürlich kommt in der Modellbahn-Werkstatt der Anlagenbau nicht zu kurz. Hier dreht es sich vorwiegend um die Be- und Verarbeitung des wichtigsten Werkstoffes: Holz.



58

Ein weites Feld in der Werkstatt des ambitionierten Modellbauers ist der Fahrzeugbau. Hier geht es hauptsächlich um die Bearbeitung von Metallen und die dafür erforderlichen Werkzeuge – wie die abgebildete Drehbank – und Methoden.

EIN WORT ZUVOR

Basteln mit Lust statt Frust	3
------------------------------	---

BASTEL-WERKSTATT

Halten und Greifen	6
Messen und Markieren	9
Schneiden und Sägen	12
Schleifen und Feilen	16
Elektrokleinwerkzeugsysteme	18
Gleise und Schotter	21
Begraser für die Faser	24
Versuch Richtung 0 – Diorama Thyrkow	26
Serienproduktion – Silikonformen	30
Kleben geht weiter	34
Nützliche Helferlein	36

ANLAGENBAU

Halten, Zwingen, Klemmen	40
Holz sägen	42
Dübeln und Schrauben	44
Nacharbeiten – nicht nur von Holz	47
Ein bisschen Anlagenbau – Modulkästen	49

FAHRZEUGBAU

Metalle trennen	52
Biegen von Metallteilen	54
Löcher im Metall	55
Die Drehmaschine	58
Die Fräsmaschine	62
Weich- und Hartlöten	64
Metalllätzen	68
Modelle machen – 3D-Druck	72
Bausatz mit Blech	76

DIE WERKSTATT

Schritt für Schritt zur Werkstatt	79
Werkzeuge richtig aufbewahrt	80
Produkte und Lieferanten	82

Wo die Finger nicht mehr reichen

Halten und Greifen



Werkzeuge, um etwas festzuhalten, sind unentbehrlich in der Werkzeugkiste des Modellbahners. Oft geht es einfach nur darum ein Werkstück zu fixieren, um beide Hände zum Bearbeiten frei zu haben. Oder aber das Werkstück selbst ist so klein, dass es sich selbst dem Zugriff feinmotorischer Pianistenfinger entzieht. Für diese und viele andere Einsatzzwecke gibt es genug Hilfsmittel, die einem das Leben einfacher machen.

Beginnen wir mit dem Fall, dass unsere zitterigen und krummen Finger einfach nicht in der Lage sind, den einen Millimeter großen Niet für die Dampfloksteuerung zu greifen. Was tun? Richtig – eine Pinzette muss her. Pinzetten gibt es in verschiedenen Formen, von denen die klassische Briefmarkenpinzette mit einer Spitze wohl die bekannteste ist. Sie sollte auch in keiner Modellbau-Werkzeugkiste fehlen, wobei sich am besten die Pinzetten mit leicht angeriffelten Greifflächen bewährt haben. Vaters glatte Briefmarkenpinzette beschädigt zwar die wertvolle „Blaue Mauritius“ nicht – aber wem einmal ein winziges Kunststoff-

oder Metallbauteilchen fortgesprungen und im grobflorigen Teppichboden gelandet ist, der weiß wovon die Rede ist.

Daneben gibt es verschiedene andere Formen von Greifflächen für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke. Eine Sonderpinzette soll aber an dieser Stelle noch erwähnt werden – die Festhaltepinzette: Während man die Schenkel einer normalen Pinzette zusammendrücken muss um einen Gegenstand zu „packen“, ist es bei der Festhaltepinzette genau umgekehrt. Aufgrund ihrer Überkreuzkonstruktion sind die Schenkel zusammengedrückt und öffnen sich erst, wenn die Griffflächen in der oberen Hälfte der Pinzette zusammen-

gedrückt werden. Ein Anwendungsgebiet dieser Pinzetten ist übrigens die Wärmeableitung beim Löten: Liegen zwei Lötstellen dicht nebeneinander, setzt man die Festhaltepinzette dazwischen und kann so eine Lötstelle bearbeiten, ohne dass sich die andere gleich wieder löst.

Gute Pinzetten sucht man übrigens im Baumarkt oft vergeblich. Besser ist der Gang zu Händlern für Goldschmiede- oder Zahnarztbedarf, weil die dort erhältlichen Pinzetten deutlich präziser gefertigt sind.

Klemmvorrichtungen

In vielen Fällen muss man ein Werkstück stationär einspannen, um beide Hände zur Bearbeitung frei zu haben. Hier wollen wir zunächst nur Geräte für das Basteln betrachten, im nächsten Kapitel finden sich dann Haltevorrichtungen für gröbere Arbeiten, wie sie beispielsweise beim Anlagenbau stattfinden. In keiner Bastelwerkstatt darf ein kleiner Schraubstock fehlen.

Für die meisten Basteleien braucht er nicht unbedingt am Tisch festgeschraubt zu werden, sondern wird mit einer oft in den Schraubstockfuß integrierten Schraubklemme befestigt. Beim Kauf ist darauf zu achten, dass sich die Gewinde schön leichtgängig bewegen lassen und die beiden Haltebacken exakt parallel zueinander sind. Falls sie das nicht sind, wird das Werkstück nämlich nicht gleichmäßig eingespannt, kann sich verdrehen oder wird sogar beschädigt.

Nicht selten sind Arbeiten, bei denen zwei Teile miteinander verklebt oder verlötet werden. Hierfür bräuhete man oft genug eine dritte Hand – und ein praktisches Werkzeug mit dieser Bezeichnung gibt es tatsächlich. Die „Dritte Hand“ hält Werkstücke mithilfe kleiner Klemmen, die am Ende von Gelenkarmen sitzen, welche sich in beliebige Positionen drehen lassen. Eine angebaute Lupe erleichtert die Betrachtung filigraner Bastelarbeiten.

Unverzichtbar sind kleine Zwingen, die es inzwischen in unzähligen Ausführungen gibt. Mit ihrer Hilfe lassen sich mehrere Teile zusammenklemmen, um sie gemeinsam zu bearbeiten, oder kleine Montagevorrichtungen bauen, Klebstoffe können unter dem Druck einer Zwinde aushärten. Gerade das Thema Haltevorrichtungen ist für die Werkzeugkonstrukteure offenbar ein unerschöpfliches; es lohnt

Rechts: Haltevorrichtungen wie diese Magnetwinkel von Protes oder Faller halten Teile in Position, wie hier rechtwinklige Wandteile beim Aushärten des Klebstoffs.



Die „Dritte Hand“ löst so manche Halteprobleme, wie das hier abgebildete Lötproblem, bei welchem man zwei Werkstücke positionieren muss, um mit einer Hand das Lötzinn und mit der anderen den Lötloben führen zu können.

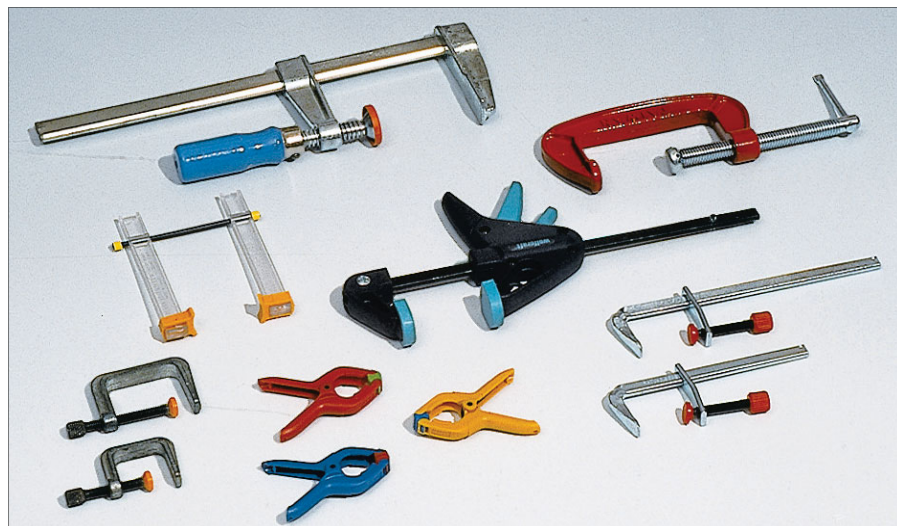


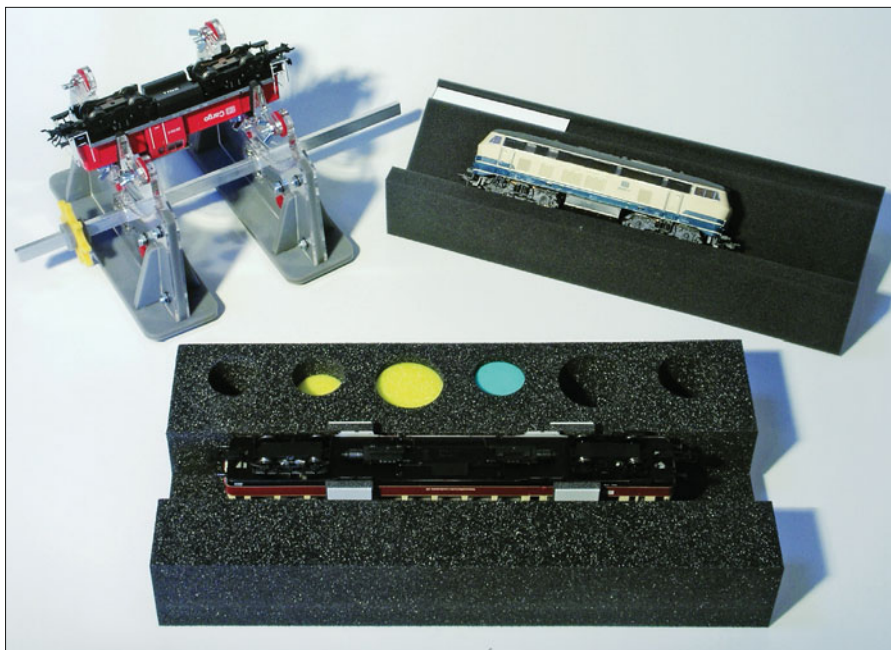
Ein kleiner Schraubstock für kleinere Bastelarbeiten ist unverzichtbar. Er sollte gerade für die empfindlichen Werkstücke Plastikbacken für die Backen haben. Notfalls kann man die Werkstücke auch durch Zwischenlagen aus Schaumstoff oder Ähnlichem schützen.



Unten: Schraub- und Klemmzwingen gibt es in allen möglichen Größen rechts im Vergleich zu einer „richtigen“ Schraubzwinde abgebildet. Sie sind immer gut, wenn man kleine Teile zusammenzwingen

muss. Aber auch aus anderen Bereichen gibt es gut einsetzbare Hilfsmittel, wie die abgebildeten Haarklipse oder auch Wäscheklammern oder schlichte Gummibänder.



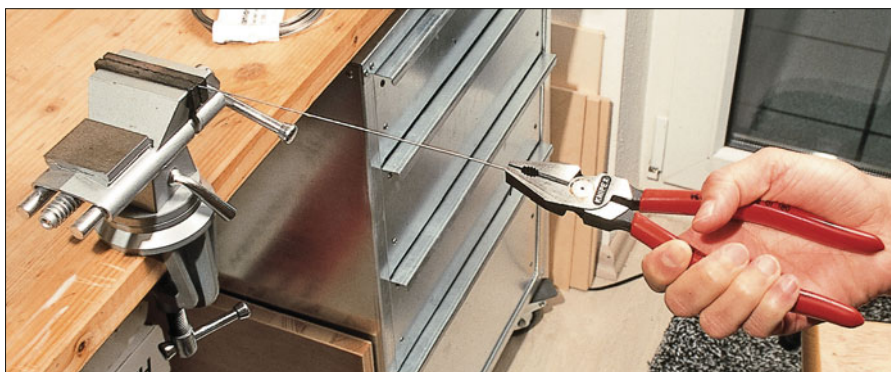


Lokliegen fixieren die teuren Fahrzeuge sicher, während man an ihnen herumbastelt. Hinten links abgebildet eine drehbare Wartungsbank von Proses (Deutschlandvertrieb Bachmann), rechts daneben ein Schaumstoffmodell mit Magnetfläche für Schrauben etc. von Volker Wienke (www.lokliege.de) und vorne eins mit variablen Auflagemöglichkeiten von Linton.



Flach- und Rundzangen (links) dienen ausschließlich fürs Halten, während Kombizange (rechts) und Flachrundzange mit Schneide (hinten links) auch noch integrierte Schneidbereiche haben. Diese Schneiden sind in der Regel weniger belastbar als die spezieller Seitenschneider, weshalb man sie nicht zum Trennen harter Materialien wie Stahl verwenden sollte.

Eine Haltezange in der Anwendung: Verbogene Drähte richtet man, indem man ein Ende in einen Schraubstock einspannt und das andere mit einer stabilen Kombi- und Flachzange unter starkem Zug ein paar Mal verdreht bis der Draht wieder gerade ist. Knicke kann man auf diese Art allerdings nicht gerade richten.



sich, im Baumarkt immer mal wieder nach neuen Kreationen Ausschau zu halten.

In die Zange genommen

Während Pinzetten nur zum Halten von kleinen Gegenständen gedacht sind, die dabei keinen großen Kräften ausgesetzt sind, kann man mit Zangen schon deutlich kräftiger zupacken und sie zum Halten von Werkstücken beim Bearbeiten verwenden. Grundsätzlich lassen sich Zangen zum Halten und Zangen zum Schneiden unterscheiden. Zangen zum Halten sind etwa Justier- und Flachzangen, für größere Arbeiten auch Grip- und Wasserpumpenzangen (die wir Modellbahner glücklicherweise recht selten brauchen). Ebenfalls zum Halten eignen sich Kombi- und Mechanikerzangen, die – ihr Name verrät es – auch noch für andere Arbeiten geeignet sind. Zangenformen gibt es fast unendlich viele und wir wollen nur auf die eingehen, die für unsere Modellbahn-Werkstatt wichtig sind.

Die Kombinationszange – kurz Kombizange – ist eine Art Alleskönner unter den Zangen: Sie vereint Greifen und Schneiden in einem Werkzeug. Die Schneiden eignen sich zum Trennen von Draht, Nägeln, kleineren Kabeln und Ähnlichem. Die gezahnten, „scharierten“ Greifbacken halten flache Teile und kleine Werkstücke fest und das sogenannte Brennerloch (die verzahnte elliptische Aussparung) eignet sich zum Greifen und Drehen vor allem runder Teile.

Ähnlich im Aufbau ist die „Flachrundzange mit Schneide“, wie sie die Norm offiziell nennt. Die Funktion ist hier ähnlich wie bei Kombizangen, nur ist sie wesentlich schlanker gebaut – der Kopf mit den Greifbacken ist deutlich länger und schmäler. Die längere Version (200 mm) wird „Storchschnabelzange“ genannt, die kürzere (bis 160 mm) „Radiozange“. Auch mit diesen beiden lässt sich greifen und schneiden. Mit den schlanken, halbrunden und innen verzahnten Greifbacken lassen sich enge und schwer zugängliche Stellen gut erreichen. Die sehr präzise bearbeiteten Spitzen greifen auch dünnste Teile fest und sicher.

In jede Werkstatt gehört außerdem eine Rundzange. Neben Haltefunktionen dient sie auch dem Biegen von Rundungen. Mit den sich verjüngenden Backen können verschiedene Biegegraden erzielt werden.

Jeder kennt den Zollstock, der korrekt eigentlich „Gliedermaßstab“ heißt, und das Rollbandmaß. Beide sind geeignet für gröbere Messungen und beim Anlagenbau wird sie kaum jemand missen wollen. Im Grunde ist das Bandmaß das vielseitigere Messmittel: Man kann mit ihm auch Innenmessungen durchführen und es lässt sich außerdem genauer ablesen. Beim zwei bis drei Millimeter starken Zollstock kommt es leicht zu Ablesefehlern, wenn man nicht exakt senkrecht auf die Skala schaut. Bei dem nur Zehntelmillimeter starken Bandmaß oder einem Stahlmaß kommt das naturgemäß nicht vor.

Bei einem Bandmaß ist darauf zu achten, dass es arretierbar ist. Manche Typen arretieren sich automatisch und rollen erst beim Drücken eines Knopfes wieder auf, andere rollen sich immer wieder auf, wenn sie nicht arretiert

Genaueres Messen bringt genaue Ergebnisse

Messen und Markieren

Zu Beginn eines Bauprojekts ist die Idee, aber gleich danach steht die Frage nach der Größe – und spätestens dann muss man mehr oder weniger exakt messen. Beim Anlagenunterbau mag eine Genauigkeit im Millimeterbereich ausreichen, im Gebäude- oder Fahrzeugmodellbau kommt es hingegen oft auf Zehntel- oder gar Hundertstelmillimeter an. Neben den Längen müssen auch die Winkel stimmen – all das erfordert die richtigen Hilfsmittel.

werden. Welches Prinzip man bevorzugt, ist Geschmackssache. Auf jeden Fall muss das Band pfleglich behandelt werden und darf keine Knicke bekommen, sonst sind exakte Messungen nicht mehr möglich.

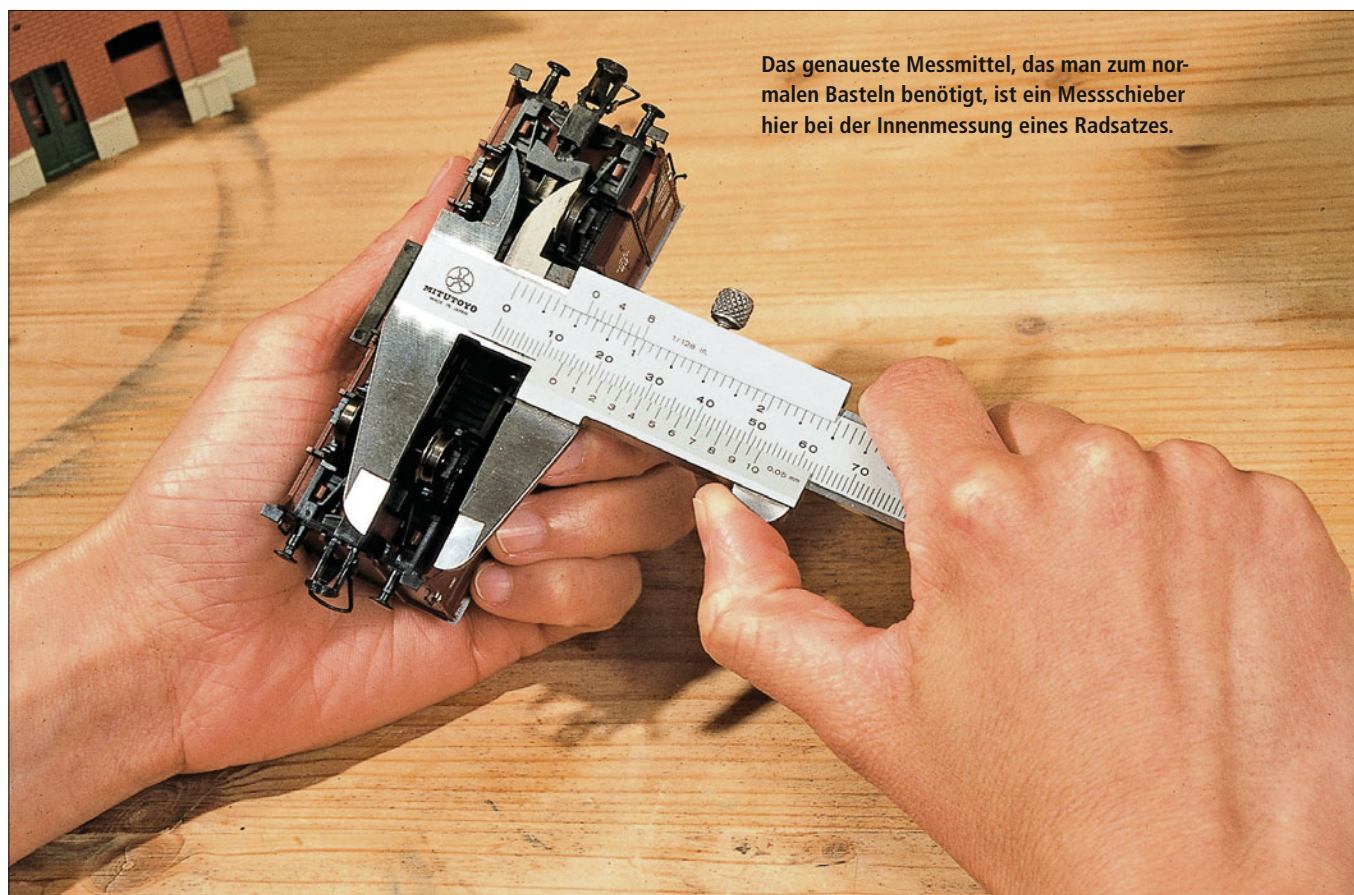
Für kleinere Basteleien ist das Stahllineal ein sehr brauchbares Messmittel und es sollte in keiner Werkstatt fehlen. Stahllineale sind in verschiedenen Längen zwischen 20 und 50 cm erhältlich. Die kürzeren Ausführungen verfügen oft über eine Skala in Halbmillimeter-

aus durchsichtigem Kunststoff zum Bestimmen von Winkeln.

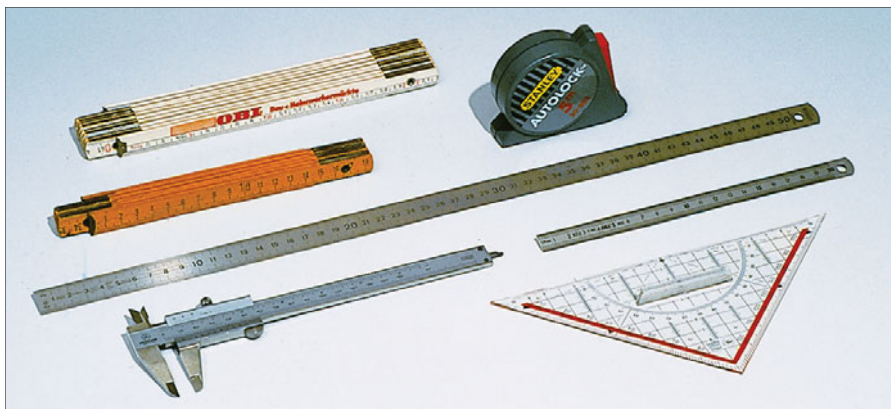
Messschieber und Mikrometer

Wenn es um Millimeterbruchteile geht, sind zwei exaktere Messmittel erforderlich: der Messschieber (umgangssprachlich auch Schieblehre genannt) und der Mikrometer. Ein Messschieber ist in der Modellbahn-Werkstatt unentbehrlich, selbst wenn er deutlich teurer als ein Lineal ist. Auch wenn es sehr

Abständen. Plastiklineale eignen sich für Messungen genauso und sind wegen ihrer Transparenz oft praktischer. Aber sie eignen sich nur sehr bedingt zum Führen eines Bastelmessers, weil man schnell in die Messkante „rutscht“ und das Lineal auf Dauer Kerben und Scharten erhalten wird. Sehr praktisch ist allerdings ein Geodreieck



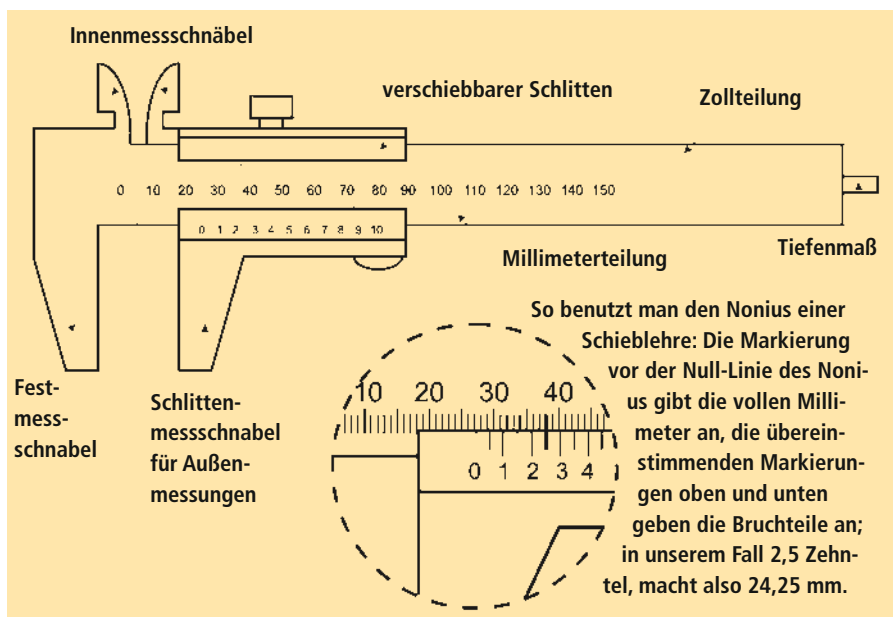
Das genaueste Messmittel, das man zum normalen Basteln benötigt, ist ein Messschieber hier bei der Innenmessung eines Radsatzes.



Stahllineale, Zollstock und Bandmaß (hinten) sind für größere Messungen mit einer Genauigkeit von ca. einem Millimeter. Mit dem Stahlmaß kann man schon bis zu einem halben Millimeter genau messen; mit dem Messschieber bis zu einem Zwanzigstelmillimeter. Das Geodreieck schließlich ist unverzichtbar zum Messen von Winkeln.



Mit dem Bandmaß kann man auch Innenmessungen durchführen, wie hier bei einem Modulkasten. Dazu ist zu dem angezeigten Maß die Länge des Gehäuses hinzuzurechnen (unten). Für diese Innenmessungen ist allerdings ein verschiebbares Bandmaßendblech notwendig, damit dieses Blech nicht mitgemessen wird (links).



preiswerte Modelle gibt, sind die rund € 40,- für einen guten Messschieber aus rostfreiem Stahl mit Nonius gut angelegt. Der Nonius ist der Clou des Messschiebers. Mit seiner Hilfe kann man bis zu 1/10, oft sogar bis zu 1/20 Millimeter genau messen (siehe Bild). Seit einiger Zeit gibt es auch Messschieber mit digitaler Anzeige. Sie lassen sich leicht ablesen und zudem in jeder beliebigen Stellung „nullen“, was Differenzmessungen ohne umständliche Rechnerei ermöglicht.

Ein Messschieber hat zwei mal zwei Messschnäbel – ein Paar für Außenmessungen und ein Paar für Innenmessungen. Die Messschnäbel für Außenmessungen sind breit, damit sie sich senkrecht auf die zu messende Oberfläche ausrichten können, die Messspitzen für die Innenmessungen sind sehr schmal, damit man auch in kleinen Rundungen ohne große Messfehler messen kann. Wichtig ist, dass man die Messflächen immer genau im rechten Winkel auf die zu messenden Flächen aufsetzt, weil ein Verkanten zu größeren und somit falschen Messwerten führen würde.

Neben Innen- und Außenmessungen kann man mit dem Messschieber auch genaue Tiefenmessungen durchführen. Dazu ist der Schlitten mit einem Tiefenmaß verbunden, das unten aus dem Körper des Messschiebers herausfährt. Zur Tiefenmessung öffnet man den Messschieber weit, setzt dann den Tiefenmesser auf den Boden der zu messenden Öffnung und schließt den Messschieber dann langsam, bis die Unterkante des Messschiebers auf die Oberseite der Öffnung aufsetzt. Wichtig ist, dass man die Messspitze des Schiebers genau senkrecht in die Öffnung einführt, damit die bereits erwähnten Messfehler nicht auftreten, und die kleine Verjüngung am Ende des Tiefenmessers zur Innenwand der Öffnung zeigt. So führen eventuelle Verunreinigungen oder ein nicht ganz gratfreier Übergang zwischen Wand und Boden des Lochs nicht zu Messverfälschungen.

Wenn selbst die Genauigkeit des Messschiebers nicht ausreicht, kann man mit dem Mikrometer bis zu 1/100 Millimeter genau messen. Hier werden nicht zwei Skalen linear gegeneinander verschoben wie bei dem Messschieber, sondern zwei Präzisionsgewinde gegeneinander verdreht, wodurch eine höhere Messgenauigkeit erreicht wird. Mit einem Mikrometer lassen sich aber nur Außenmaße messen.

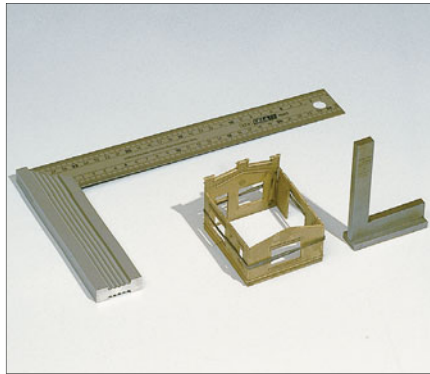
Damit der Winkel passt

Von den Winkeln ist der rechte, also der 90-Grad-Winkel, für uns Modellbahner der wichtigste. Für unsere Zwecke gibt es Stahlwinkel in verschiedenen Größen und Anschlagwinkel. Stahlwinkel bestehen aus zwei L-förmig zusammengesetzten Stahlstücken, die auch mit einem weiteren Stahlstück als Fuß versehen sein können. Ein kleiner Stahlwinkel ist zum Beispiel beim Gebäudebau unentbehrlich.

Anschlagwinkel bestehen aus einem Alu- oder Holzschenkel und einer Blechzunge, die sinnvollerweise auch mit einer Millimeterskala versehen sein sollte. Sie sind unverzichtbar beim Anlagen- oder Modulkastenbau. Hat ein „Anschlagwinkel“ einen Winkel von 45 Grad, so spricht man von einem Gehrungswinkel zum Kontrollieren von Gehrungen. Will man den Winkel zwischen Schenkel und Zunge frei einstellen, so braucht man eine Schmiege. Sie kann unter Zuhilfenahme eines Geodreiecks auf nahezu jeden Winkel eingestellt werden.

Ein exakt langes und wunderbar rechtwinkliges Werkstück soll nun auch genau waagrecht (oder senkrecht) im Raum stehen? Dafür gibt es Wasserwaagen in den unterschiedlichsten Größen und Ausführungen. Seit einiger Zeit existieren auch digitale „Wasserwaagen“, die streng genommen gar keine Wasserwaagen mehr sind, sondern Neigungsmesser, weil sie direkt die Neigung eines Objektes gegenüber der Waagrechten anzeigen. Zum Ausrichten von Trassenbrettern oder Anlagenteilen können auch Lasermarkierer mit Waageeinrichtung sinnvoll sein. Zu bevorzugen sind dabei selbstzentrierende Geräte, die stets eine Waagrechte anzeigen (das obige Gerät muss dagegen manuell ausgerichtet werden).

Zum Schluss noch ein paar Worte zum Markieren des Messergebnisses. Der allfällige dicke Zimmermannsbleistift darf natürlich nicht fehlen. Aber zum Markieren auf Holz eignet sich ein guter Druckbleistift besonders gut, auf Metallen hinwiederum bewährt sich ein wischfester „superfeiner“ Faserschreiber oder Folienstift und in Fällen, bei welchen es auf besondere Genauigkeit ankommt, liefern ein scharfes Messer oder eine Reißnadel die genauesten Ergebnisse.



Metallwinkel zur Bestimmung von exakt rechten Winkeln – ein kleiner Standwinkel (etwa für den Gebäudemodellbau) und ein größerer Blechwinkel für den Anlagenbau.



Winkelmessgeräte: einstellbare Schmiege (hinten), davor feste Gehrungswinkel aus Holz (rechts) und aus Metall (links), im Vordergrund ein einstellbarer Winkelmesser.



Wasserwaagen oder Laserwaagen sind zum genauen Ausrichten von Trassenbrettern oder Anlagenteilen unerlässlich. Zu unterscheiden ist bei den Lasergeräten zwischen sich selbstzentrierenden Geräten, die stets eine Waagrechte anzeigen und manuell auszurichtenden wie das gezeigte Gerät, das dafür Neigungen anzeigen kann.



Unten: Nützliche Markierungsmittel sind Bleistifte für Holz und Kunststoff, Filzstifte (Folienstifte) für Metall und Kunststoff, Messer und Reißnadel für sehr genaue Anritzungen.





Zangen und Scheren, Messer und Sägen

Schneiden und Sägen

Eigentlich will ja der Modellbauer, dass in seinen Händen etwas zusammengefügt wird, etwas Neues entsteht. Aber auf dem Weg dorthin muss vieles erst mal getrennt werden: Drähte und Profile sind abzulängen, Platten und Leisten passend zurechtzuschneiden oder zu sägen.

Bei den Zangen zum Trennen, Schneiden oder Kappen macht man sich einfache physikalische Gesetze und die dadurch auftretenden Kräfte zunutze. Eine Zange besteht im Prinzip

aus zwei über ein Gelenk gekreuzt angeordneten Hebeln, wobei der Hebelweg auf der Griffseite normalerweise deutlich länger ist als jener auf der Arbeitsseite. Je größer der Hebelun-

terschied, desto größere Arbeitskräfte kann man mit der Zange aufbringen; dieses Prinzip macht sich beispielsweise die klassische Kneifzange zum Trennen von Drähten und Profilen zunutze.

Für uns eignet sich aber der Seitenschneider besser, weil sich die Schnittfläche besser einsehen lässt. Seitenschneider gehören zu den gebräuchlichsten Zangentypen. Mit ihnen können unterschiedlichste Materialien geschnitten werden. Grundsätzlich gilt: Bei guten Seitenschneidern sind die Schneiden induktiv gehärtet, ausreichend scharf und sie treffen über die gesamte Schneidenlänge präzise aufeinander. Sie schneiden auch einen dünnen Draht „springend“ und quetschen ihn nicht bloß ab.

Eine Variante des Seitenschneiders ist der „watenfreie“ Schneider, bei dem die Schnittfläche nur einseitig angeschnitten ist. Er ermöglicht dabei das Schneiden ohne Quetschungen, wie sie beim normalen Seitenschneider auftreten. Das ermöglicht zum Beispiel auch das bündige Anschneiden von aus einer Oberfläche herausragenden Profilen, wie bei Gleisprofilen am Anlagenrand.

Tipp für schneidende Zangen: Legen Sie zum Schneiden den Draht immer möglichst nahe am Gelenk ein. So erhöhen Sie die Hebelwirkung und schneiden mit wesentlich geringeren Kräften.

Beim Kauf aller Zangen, mit denen man etwas trennen will, sollte man darauf achten, dass die Schnittkanten exakt parallel zueinander sind und keine Kerben aufweisen. Dazu hält man die



Zangen zum Trennen: Oben links die schon bekannte Kombizange, darunter und rechts daneben zwei Seitenschneider in unterschiedlich schweren Ausführungen und rechts unten eine watenfrei schneidende Zange.

Zange gegen das Licht und im Idealfall tritt über die ganze Schnittfläche kein Licht zwischen den Kanten durch.

Eine wichtige Spezialzange für uns ist die Abisolierzange zum Abisolieren von Kabeln und Litzen. Sicher lässt sich die Kabelumhüllung auch per Seitenschneider oder Messer entfernen (oder schlicht mit den eigenen Zähnen), aber auf Dauer empfiehlt sich die Anschaffung einer richtigen Abisolierzange. Es gibt sie in „automatischer“ und „manueller“ Ausführung, wobei Erstere von selber die Dicke der Isolierung und der Kabeladern abtastet.

Messer und Scheren

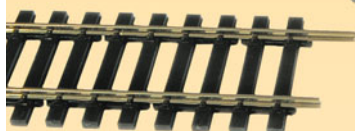
Für das Schneiden von Polystyrolplatten, Balsaholz-Brettchen oder auch Papier und Pappe sollte man zunächst ein, zwei Scheren in seiner Werkstatt haben: Eine normale Schere zum Schneiden von Papier und Pappe sowie eine kleine spitze Schere, die durchaus auch gebogen sein kann wie eine Nagelschere. Diese ist nämlich hervorragend geeignet um kleine Korrekturschnitte vornehmen zu können, wie zum Beispiel das Herausschneiden von überflüssigen Flocken aus Modellbauten und ähnliche Arbeiten.

Vielseitiger als Scheren sind Messer. Sie lassen sich an einem geeigneten Hilfsmittel entlangführen und erzeugen sehr exakte Schnitte. Ein solches Hilfsmittel kann beispielsweise ein Stahl-lineal, ein Geodreieck oder eine speziell angefertigte Schnittschablone sein. Die universellste Messerart in der Modellbahn-Werkstatt ist das Abbrechmesser. Die Klinge hat alle paar Millimeter Sollbruchstellen und sobald Klinge und Spitze stumpf geworden sind, wird einfach das oberste Stück abgebrochen. Abbrechmesser gibt es in verschiedenen Größen, von denen die kleineren für den Modellbau am besten geeignet sind.

Für grobe Arbeiten mit langen Schnitten durch dickere Materialien ist hingegen das klassische Tapetenmesser geeignet. Es hat eine fest eingespannte Klinge, die nach Demontage des Messers gewendet werden kann, wenn sie stumpf ist. Diese Messer sind stabiler und erlauben kraftvoll geführte Schnitte.

Noch ein Wort zum Untergrund beim Schneiden mit Messern: In der Regel lässt es sich kaum vermeiden, dass man beim Schneiden durch das Werkstück hindurch auch in den Untergrund

Beim normalen Seitenschneider (oben) ist die Schnittfläche von beiden Seiten angeschliffen, beim watenfreien (hier von Xuron) hingegen nur von innen. Deshalb lassen sich mit dem watenfreien Schneider bündige Trennungen z.B. von Schienenprofilen vornehmen.



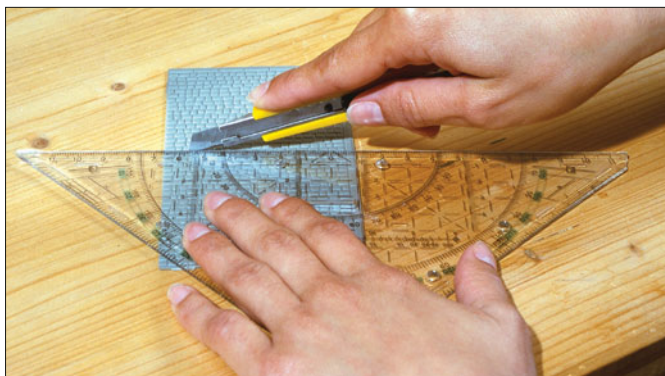
Mit einer Abisolierzange lassen sich Kabel sauber und reproduzierbar abisolieren, weil der Anschlag der Zange einstellbar ist.



Scheren in verschiedenen Größen – eine Papierschere (zweite von links) und eine kleine Nagelschere (ganz rechts) gehören auf jeden Fall zur Grundausrüstung der Bastel-Werkstatt.

Auf scharfe Messer sollte man immer Zugriff haben: Links ein Tapetenmesser mit fest eingebauter Klinge, daneben ein klassisches Bastelmesser mit Abbrechklinge. Für feinste Anwendungen geeignet ist das Skalpell rechts.





Für gerade Schnitte führt man das Messer entlang eines Stahllineals oder Geodreiecks. Vorsicht bei letzterem: Verkantet die Klinge, wird das Geodreieck beschädigt und ist nicht mehr zu gebrauchen.



Der Winkelschneider von Olfa, der eigentlich für das Schneiden von Passepartouts gedacht ist, erzeugt auch hervorragend 45-Grad-Schnitte von Gleisbettungen.

schneidet. Unsön, wenn dies der Wohnzimmertisch oder der Parkettboden ist. Ein ebenes, hartes Sperrholzbrettchen ist eine ideale Schneideunterlage – hart, damit sich die zu schneidenden Materialien nicht durchbiegen können, aber nicht zu hart, da sonst das Messer zu schnell stumpf wird. Mit einer Ausnahme: Das Abtrennen von Messing-Ätzteilen vom Hauptgrat erfolgt auf einem ganz harten Untergrund. Da sich das Messing sehr schwer durchtrennen lässt, neigt es sehr zum Durchbiegen. Hier hat sich eine stabile Glasplatte als Untergrund bewährt, denn sie ist absolut eben und lässt sich leicht reinigen. Mit dem Nachteil, dass die Messerklingen auf diese Art und Weise schnell abstumpfen, muss und kann man hier leben.

Sägen

Ab einer gewissen Materialstärke oder -festigkeit hilft kein Schneiden mehr

und man muss zur Säge greifen. Beim Schneiden wird der Werkstoff durch die scharfe Messerklinge gespalten, hingegen entfernt beim Sägen das Sägeblatt kleine Teile aus dem Werkstück. Deshalb sind die beiden entstehenden Einzelteile auch um die Stärke des Sägeblattes kürzer als das Ursprungsteil, was schon manchmal zu unliebsamen Überraschungen geführt hat ... Hier geht es zunächst um die Sägen, welche für die Bastelwerkstatt von Nutzen sind. Sägen für größere Holzarbeiten oder zur Metallbearbeitung finden Sie auf S. 42/43 und 52/53.

Die gute alte Laubsäge ist allen von uns bekannt und hat auch für Modellbauzwecke ihre Einsatzgebiete: Wegen ihres großen Bügels erlaubt sie nämlich hervorragend das Ausschneiden von Öffnungen in Platten, wie es beispielsweise bei Fenstern in Wandplatten für selbst gebaute Häuser der Fall ist. Bleibt anzumerken, dass sich für unsere Zwecke oft die feiner gezahnten

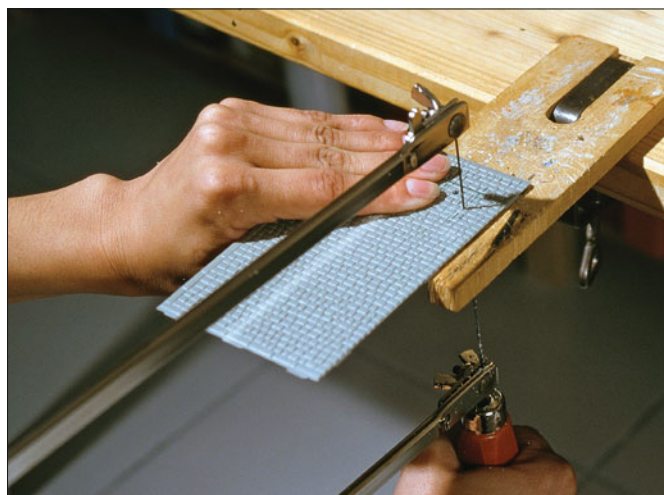
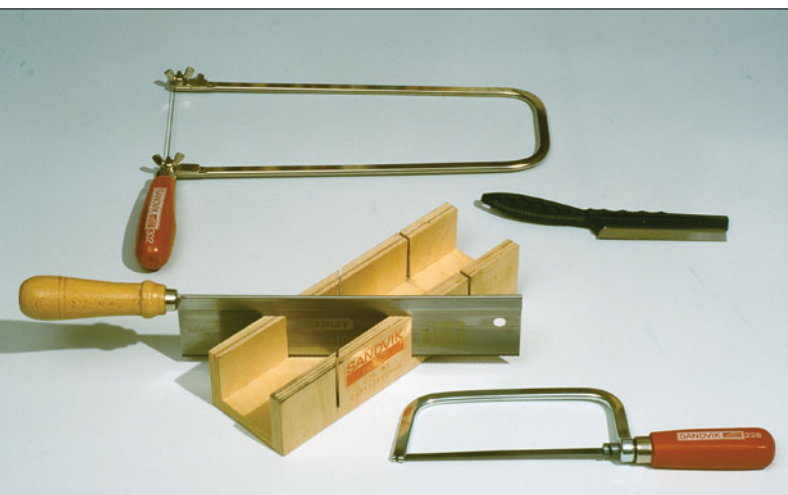
Sägeblätter für Metall eher anbieten als die größeren für Holzarbeiten.

Für das Ablängen von Leisten und das Trennen von Profilen sollte hingegen eine Feinsäge im Werkzeugkasten zu finden sein. Auch sie gibt es in verschiedenen Größen mit unterschiedlichen Sägeblattbreiten und -zahnungen. Preiswert und für viele Arbeiten geeignet ist die Roco-Bastelsäge mit ihrem extrem dünnen Sägeblatt. Wichtig beim Arbeiten mit Feinsägen ist ein flacher Ansatzwinkel, damit immer viele Zähne im Eingriff sind und gleichmäßige Schnitte entstehen.

Zum Abschluss dieses Kapitels der Hinweis auf das Kapitel der 12-V-Werkzeuge (ab S. 18). Gerade die von mehreren Herstellern erhältlichen Tischkreissägen sind eine sinnvolle Investition, wenn es um den rechtwinkligen und exakten Zugschnitt von Plattenmaterial geht. Wirklich gerade Schnitte mit manuellen Sägen sind nämlich eine Kunst, die nicht jedem gegeben ist.

Diverse praktische Handsägen: Laubsäge (hinten), rechts davor die praktische Roco-Bastelsäge, vorne eine normale Feinsäge in einer Gehrungslage und eine Bügelsäge. Rechts sogleich ein Anwendungs-

fall, bei dem die Laubsäge unentbehrlich ist: ist das Sägen von Fenstern in Mauerplatten: Loch gebohrt, Sägeblatt durchgesteckt und festgezogen – und los gehts ...



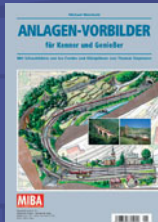
Hiermit planen sie richtig

Wieder
lieferbar

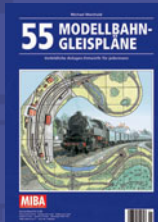

Rolf Knipper
**Anlagen planen
mit Rolf Knipper**
Best-Nr. 15087601
84 Seiten · € 10,-



Hermann Peter
**Kompakte Anlagen
raffiniert geplant**
Best-Nr. 15087602
100 Seiten · € 12,80



Michael Meinhold
Anlagen-Vorbilder
Best-Nr. 15087604
116 Seiten · € 15,-



Michael Meinhold
**55 Modellbahn-
Gleispläne**
Best-Nr. 15087606
100 Seiten · € 12,80



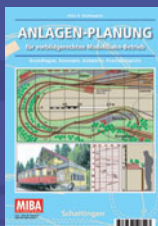
F. Rittig/G. Peter
**Endbahnhöfe
planen + bauen**
Best-Nr. 15087607
116 Seiten · € 15,-



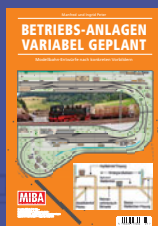
Rolf Knippers
**schönste Anlagen-
Entwürfe**
Best-Nr. 15087608
116 Seiten · € 15,-



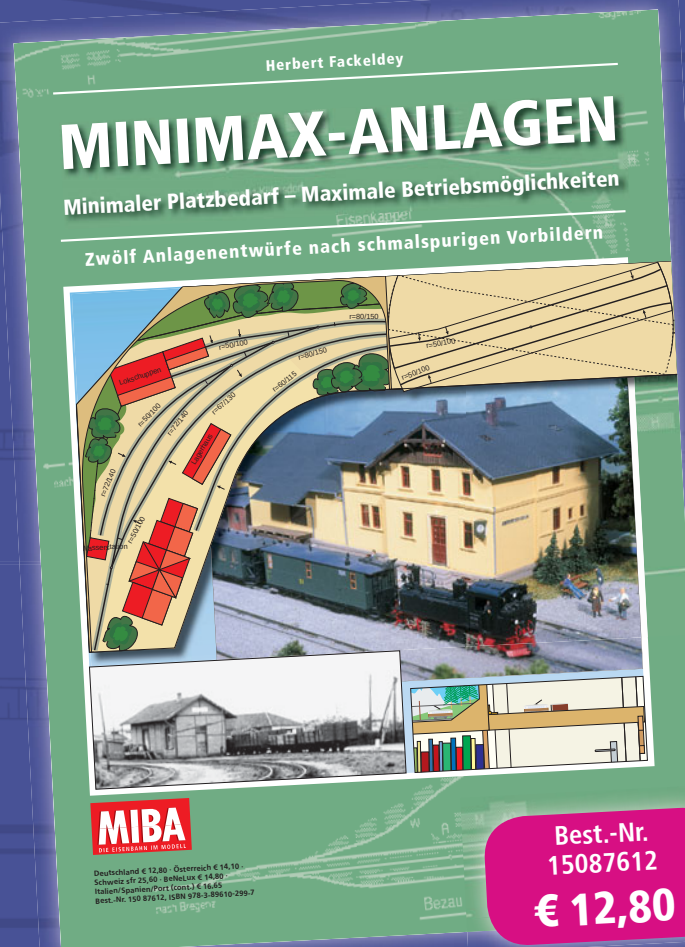
Rüdiger Eschmann
**Profi-Gleispläne
für die Baupraxis**
Best-Nr. 15087609
116 Seiten · € 15,-



Otto O. Kurbjuweit
Anlagen-Planung
Best-Nr. 15087611
132 Seiten · € 15,-

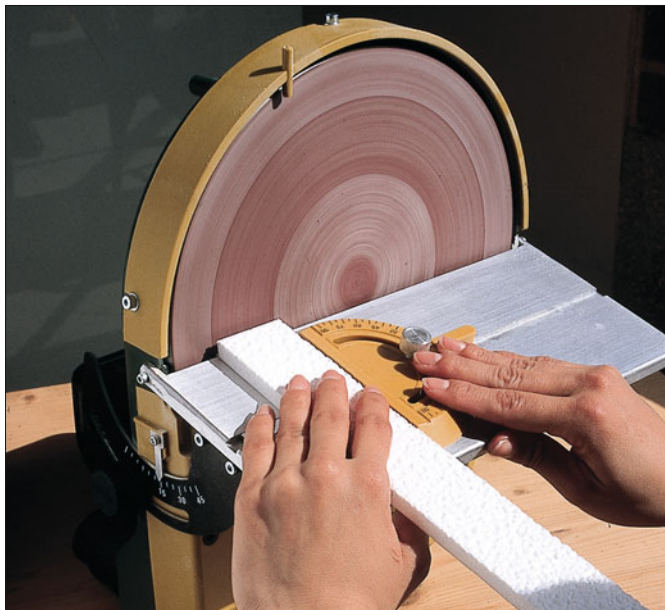


M. und I. Peter
**Betriebsanlagen
variabel geplant**
Best-Nr. 15087610
116 Seiten · € 15,-



Minimaler Platzbedarf – maximale Betriebsmöglichkeiten: In diesem Sinne sind die Entwürfe, die Herbert Fackeldey in dieser Broschüre vorstellt, bahnbrechend. Den Aspekt der kleinstmöglichen Fläche stets im Auge behaltend zeigt er zwölf Anlagenentwürfe nach schmalspurigen Vorbildern, die einen vorbildnahen Betrieb gestatten.

100 Seiten im DIN-A4-Format, Klammerheftung, über 100 Abbildungen, überarbeitete und ergänzte Neufassung der Originalausgabe von 2006



Wenn's nicht auf Anhieb klappt: das Nacharbeiten

Schleifen und Feilen

Oft genug gelingt die Formgebung eines Werkstücks aus Plastik oder Holz auf Anhieb nicht exakt genug. Dann ist Nacharbeit angesagt, um es endgültig passgenau zu machen. Dem Schleifen und dem Feilen ist gemeinsam, dass man nur Material entfernen kann – dranschleifen geht genauso wenig wie länger sägen.

Konsequenz: Weiß man von vornherein, dass sich ein Maß beim Sägen nicht exakt einhalten lässt, gibt man im Zweifelsfall etwas zu und sorgt erst durch Abschleifen für exakte Maße. Ein anderes Ziel des Schleifens ist die Oberflächenbehandlung: Das Werkstück wird aufgeraut oder glatt geschliffen.

In der Regel schleift man mit Schleifpapier oder Schleifleinen. Dieses gibt es in vielen Körnungen, wobei die Zahl angibt, wie viele Körner sich auf einem Quadratzentimeter befinden. Für normale Bastelarbeiten reichen Körnungen zwischen 80 und 320 völlig aus. Größere Körnungen kommen nur für sehr grobe Holzarbeiten in Frage, fei-

nere eher in der Metallbearbeitung und bei Feinschliffen nach Lackierarbeiten. Schleifleinen ist nicht nur haltbarer, sondern auch besser zum Schleifen von gebogenen Flächen geeignet, während Schleifpapier billiger ist.

Schleifpapier und Schleifleinen schneidet man übrigens nie mit der Schere zu. Die scharfen Körner machen die Schneiden stumpf. Besser ist es, das Papier erst zu falten und dann über einer scharfen Kante abzureißen.

Es empfiehlt sich, das Schleifpapier beim Schleifen von Flächen um einen Schleifklotz aus weichem Holz oder besser Kork zu wickeln. Dieser Klotz sorgt für eine gleichmäßig ebene

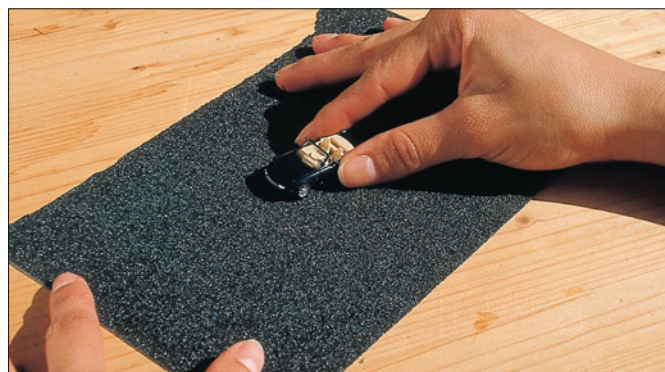
Schleiffläche und er bewährt sich auch beim Brechen von Kanten ausgezeichnet. Während bei Kunststoffen die Schleifrichtung keine Rolle spielt, schleift man bei Holz immer in Richtung der Maserung. Anderenfalls reißen die Fasern aus und man erhält eine raue, unschöne Oberfläche.

Das Schleifen von Profilen erfolgt ebenfalls in Längsrichtung des Profils. Allerdings mit Vorsicht, wie bei unregelmäßigen Formen – zu schnell sind Kanten versehentlich rund geschliffen oder erhabene Formen abgeschliffen. Hier kann die Anfertigung eines Gegenprofils sinnvoll sein oder die Verwendung eines Schleifschwammes. Das ist



Ganz oben: Im Architekturmodellbau gang und gäbe, bei Modellbahnen recht selten anzutreffen: Eine Tellerschleifmaschine, mit der man exakt winkelige Schliffe erreichen kann. Neben diesem Gerät mit 25 cm Durchmesser gibt es bei Proxxon auch noch ein kleineres mit 15 cm Durchmesser.

Schleifpapiere und Schleifleinen sowie Schleifklötze aus Kork und Gummi (links). Beim Schleifen mit Schleifklotz muss man Holz immer in Faserrichtung behandeln. Während bei größeren Objekten das Schleifmittel über das Werkstück geführt wird (unten links), geht's bei kleineren auch umgekehrt (unten rechts).





Verschiedene Feilenarten und -formen: darunter Flach-, Vierkant-, Halbrund-, Rund- und Dreikantfeilen



Feilen in verschiedenen Größen von der großen Schlosser- bzw. Mechanikerfeile bis zur kleinen Nadelfeile. Für uns sind die kleinen wichtiger.

ein mit Schleifkorn beschichteter Schwamm, der sich relativ flexibel an die Form des zu schleifenden Profils anpasst. Oft hat er eine grobe und eine feine Seite für Vor- und Feinschliff. Für das Oberflächenfinish von stark gekrümmten Flächen oder Profilen eignet sich übrigens auch Stahlwolle.

Ein gar nicht so seltener Sonderfall ist das Schleifen von exakten Winkeln. Hier bewährt sich eine Tellerschleifmaschine mit rotierender Schleifscheibe hinter einem verstellbaren Auflage-tisch. Mit ihr lassen sich kantenscharfe und exakte Winkel aller Art sauber schleifen. Und sie ist eine gute Hilfe, wenn man sich langsam an ein bestimmtes Maß herantasten muss.

Feilen

Mit Feilen lassen sich, bis auf gehärteten Werkzeugstahl, alle im Modellbau verwendeten Materialien bearbeiten. Daher ist die Zahl unterschiedlicher Feilen sehr groß. Bei ihnen besteht die spannende Fläche aus Stahl, in den scharfe „Zähne“ entweder gehauen oder gefräst sind. Gefräste Feilen sind scharfkantiger und erlauben schnelleres Arbeiten, sie werden aber auch schneller stumpf.

Man unterscheidet Feilen für die Metall- und Kunststoffbearbeitung sowie Raspeln, also sehr grobe Feilen ausschließlich für die Holzbearbeitung. Der „Hieb“ gibt die Zahnung der Feile an – je größer die Hiebzahl, desto feiner die Feile. Je nach Hiebstufen spricht man von der Schruppfeile für grobe Arbeiten bis zur Feinschliff-feile für finale „Feilereien“.

Feilen gibt es mit oder ohne Griff, dem sogenannten Feilenheft. Die kleinsten von ihnen, die Nadelfeilen, haben keinen Griff. Für sie ist ein Feil- oder Stiftkloben nötig, wenn man die Feilen nicht nur an dem nackten Wel-

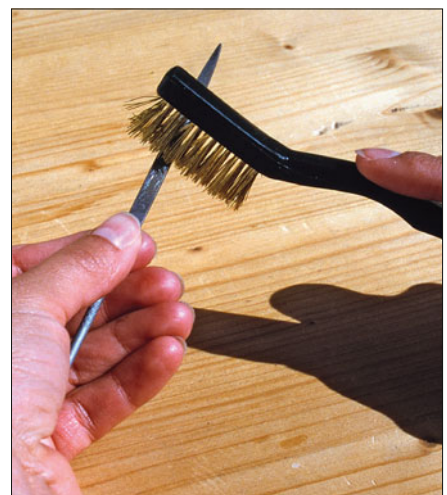
lenende greifen möchte. Beim Eisenbahnmodellbau werden hauptsächlich Schlüssel- und Nadelfeilen eingesetzt. Wer viel mit Metall arbeitet sollte sich darüber hinaus ruhig auch einen Satz Mechanikerfeilen mit 250 bis 300 mm Länge für gröbere Arbeiten zulegen.

Welche Feile für eine bestimmte Arbeit in Frage kommt, hängt vom zu bearbeitenden Material, der abzutragenden Menge und der am Ende gewünschten Oberfläche ab. Grundsätzlich gilt:

- Je härter das Material, desto feiner der Hieb
- Großer Hieb gleich großer Materialabtrag
- Feiner Hieb gleich glattere Oberfläche

Ein Beispiel: Soll von einem Messing-klotz ein Millimeter abgetragen werden und die Fläche am Ende schön glatt sein, beginnt man mit einer großen groben Feile (Schruppen) und glättet erst den letzten Zehntelmillimeter mit einer kleinen feineren Feile (Schlichten).

So feilt man richtig (unten links): Werkstück in Schraubstock einspannen, Feile mit beiden Händen in Richtung der Längsachse bewegen und nur in der Vorwärtsbewegung andrücken. Haben sich die Zähne einer Nadel- oder Schlüsselfeile mal mit Spänen zugesetzt, werden sie mit einer Messingbürste wieder schonend gesäubert (unten rechts).



Klein, aber unheimlich vielseitig

Elektrokleinwerkzeugsysteme

Für unsere Basteleien sind „ausgewachsene“ Elektrowerkzeuge in der Regel viel zu unhandlich. Daher sind uns die Elektrowerkzeuge im Kleinformat ein Extrakapitel wert, denn sie eignen sich für unseren Modellbau im Kleinformat hervorragend. Der legendäre „Bohrzweig“ von früher hat inzwischen jede Menge von deutlich verbesserten Nachfolgern bekommen.



Viele dieser kleinen Maschinen werden mit 12 Volt betrieben, einige Geräte sind wahlweise auch mit direktem Netzanschluss erhältlich. Das ergibt immer dann Sinn, wenn größere Leistungen gebraucht werden. Den Markt der kleinen Werkzeuge teilen sich im Wesentlichen die Firmen Proxxon, Kaleas (vorm. Böhler) und Dremel neben ein paar kleineren Anbietern. Proxxon-Maschinen gibt es in der Regel in 12- und 220-Volt-Ausführungen, Kaleas nur für 12-Volt-Betrieb, während Dremel überwiegend klobige 220-Volt-Maschinen anbietet. Ein generelles Ur-

teil aus der Sicht des Modellbahners über die Werkzeuge dieser Hersteller ist nicht möglich, Funktion und Nutzen der einzelnen Maschinen sind im Einzelfall zu betrachten.

Vorab ein paar Bemerkungen zu den Transformatoren der 12-Volt-Geräte. Man könnte auf die Idee kommen, diese Geräte anstatt mit einem speziellen Trafo mit unseren ohnehin vorhandenen Modellbahn-Transformatoren zu betreiben. Das kann man machen, es ist aber nicht sehr sinnvoll, denn Bahntrafos geben in der Regel nicht genug Leistung für Elektrowerkzeuge ab. Zu-

dem ist die Regelcharakteristik nicht auf Werkzeuge ausgelegt, das Arbeiten wird schnell zur Quälerei.

Daher ist die Anschaffung eines separaten Trafos eindeutig zu empfehlen. Zwar mag ein großer Trafo wohl ein paar Euro mehr kosten, doch die sind mit Blick auf die Leistungsreserven, die bei fast jedem Bastelfall anfallen, gut angelegt. Die Stecker von Proxxon und Kaleas sind übrigens kompatibel; die Maschinen beider Hersteller können also gemeinsam über einen Trafo betrieben werden. Praktisch am Proxxon-Trafo NG 5E sind die Aufnahmen für



Oben: Der klassische Anwendungsfall einer Kleinbohrmaschine in einem Bohrständer. Wie zu sehen, lassen sich Teile verschiedener Anbieter miteinander kombinieren; hier der Proxxon-Ständer MB 200 mit einer älteren Kleinbohrmaschine und einem leistungsstarken Kaleas-Monster-Trafo.

Bohrmaschinen-Parade: Vorn links die Kaleas 320105 mit dem markant-kantigen Gehäuse, dahinter von Proxxon der Feinbohrschleifer FBS.

Rechts liegt Proxxons Micromot-Familie: Oben und in der Mitte die 50 EF für 12 Volt, davor die 230E für 220 Volt – klein heißt also nicht immer gleich klein.

Werkzeuge und die Buchsen für 4-mm-„Bananenstecker“, wodurch sich auch systemfremde Maschinen anschließen lassen.

Das Kernstück eines jeden Systems ist die Kleinbohrmaschine. Sie gehört zur Grundausstattung jeder Bastelwerkstatt und kann nicht nur Löcher bohren. Dank einer Vielzahl von erhältlichen Einsätzen sind jede Menge Schleif-, Trenn- und Polier-Arbeiten möglich. Die leistungsfähigeren 220-Volt-Geräte fallen größer aus als die 12-Volt-Geräte, die insgesamt handlicher sind. Da in der Regel ohnehin eine klassische Heimwerker-Bohrmaschine vorhanden ist, ist eine eher kleine und schlanke 12-Volt-Maschine als Ergänzung sinnvoll. Kaufen Sie auf jeden Fall ein stabiles Markengerät – Sie haben länger und mehr Freude daran als an Billigangeboten.

Bei den Systemen zur Werkzeugaufnahme konkurrieren Spannzangen und Bohrfutter miteinander. Die Theorie sagt, dass Spannzangen einen besseren Rundlauf haben. Man muss aber für verschiedene Schaftdurchmesser auch unterschiedliche Zangen verwenden. Bohrfutter laufen vielleicht nicht ganz so rund, decken aber einen größeren Schaftdurchmesserbereich ab, ohne dass man das Futter wechseln muss. In der Praxis ist das Bohrfutter bequemer und fast immer ausreichend genau.

Eine sinnvolle und nicht ruinöse Ergänzung zur Bohrmaschine ist ein Bohrständer, um exakt senkrechte Löcher bohren zu können. Auch hier gilt: Hände weg von billigen „Schlabber-Konstruktionen“! Bohrständer, bei de-



Links die Proxxon-Trafos NG2E und NG5E mit 2 bzw. 5 Ampere Ausgangsleistung, rechts daneben das Regelnetzgerät II „Monster“ mit 4 Ampere (Kaleas, früher Böhler). Im Vordergrund die zueinander kompatiblen Stecker beider Systeme, die zu anderen Systemen oder Netzgeräten auch mit 2,5-mm-Einzelsteckern gesteckt werden können. Der Mittelpin dient nur als Verpolschutz.

Bezeichnung	Volt	Regelbar?	Werkzeug-Aufnahme	Leistung	U/min in 1000
Micromot 50	12V	nein	Spannzangen	40W	5-20
Micromot 50 E	12V	ja	Spannzangen	40W	5-20
Micromot 50 EF	12V	ja	Bohrfutter	40W	5-20
Feinbohrschleifer FBS 12 EF	12V	ja	Bohrfutter	40W	3-15
Micromot 230 E	220V	ja	Spannzangen	100W	6,5-21,5
Feinbohrschleifer FBS 240	220V	ja	Bohrfutter	100W	5-20
Industr-Bohrschl IBS	220V	ja	Spannzangen	100W	5-20
Bohrmaschine COLT	220V	ja	Bohrfutter	100W	0-3

Nachdem die Systematik der Proxxon-Bohrmaschinen auf den ersten Blick ein wenig schwierig zu durchschauen ist, hier eine tabellarische Übersicht (Stand 2015).

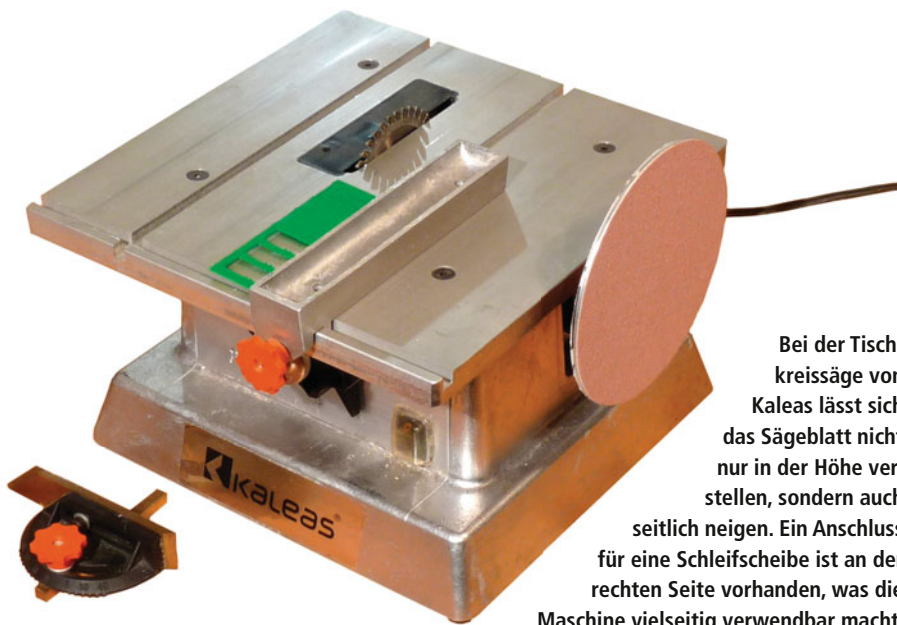
nen wesentliche Teile der tragenden Konstruktion aus Kunststoff bestehen, sollte man meiden. Ein guter Bohrständer muss stabil sein, der Kopf sollte sich leicht, aber trotzdem spielfrei bewegen lassen – der Bohrer darf sich nicht nach rechts oder links versetzen. Einen überzeugenden Eindruck hinterließen die Proxxon-Ständer MB 140 und 200!

Wir haben die Erfahrung gemacht, dass selbst bei identischen Modellen eines Herstellers die Fertigungstoleranzen der Bohrständer schwanken. Da hilft nur eins: auspacken und ausprobieren. Kundenfeindlich sind in diesem Zusammenhang hermetisch zugeklebte Verpackungen wie bei Dremel – mancher Verkäufer wird sich weigern das gute Stück zu öffnen.

Oberfräsvorrichtungen erlauben das Fräsen von Nuten. In das Proxxon-Modell OFV ist eine Bohr- oder Fräsmaschine als Antrieb einzuspannen, die Oberfräse von Böhler (heute Kaleas) kommt komplett mit Antriebsmotor. Die Anschläge vorn dienen der Führung entlang von Kanten.

Die Oberfräsvorrichtung kann man auch verwenden um senkrechte Bohrungen innerhalb größerer Oberflächen zu bohren, zum Beispiel bei Platten, die man aufgrund ihrer Größe nicht mehr in einen Bohrständer bekommt.





Bei der Tischkreissäge von Kaleas lässt sich das Sägeblatt nicht nur in der Höhe verstellen, sondern auch seitlich neigen. Ein Anschluss für eine Schleifscheibe ist an der rechten Seite vorhanden, was die Maschine vielseitig verwendbar macht.

An eine Kleinbohrmaschine ansetzen lässt sich eine Oberfräseinrichtung, mit deren Hilfe man Kanten von Platten bearbeiten oder Nuten hineinfräsen kann und vieles mehr. Für die mechanische Stabilität gilt Ähnliches wie bei den

Bohrständern – also auch hier im Einzelfall prüfen, ob man ein stabiles Exemplar vor sich hat. So wies eine unserer Proxxon-Oberfräsen ein gewisses Spiel in den konstruktiv ohnehin recht kurz geratenen Führungen auf. In die-



Mit Stichsägen lassen sich prinzipiell die meisten Aufgaben erledigen, für die ansonsten eine Laubsäge infrage käme. Haupteinsatzgebiet sind dabei kurvige Schnitte in Platten.

Schleifwerkzeug-Parade: Die beiden Bandschleifer von Proxxon (220V) und Kaleas (12V) für lineare Schleifbewegungen illustrieren, dass es auch Schleifwerkzeuge in verschiedenen Größen gibt; der (H0-) Schienenreinigungswagen ist zwar im weiteren Sinne auch ein Schleifwerkzeug, dient hier aber in erster Linie als Größenvergleich. Rechts unten dann ein Schwingschleifer für rotierende Schleifbewegungen.



sem Fall machte die Kaleas-Konstruktion mit den lang ausgeführten Führungen den besseren Eindruck, wenngleich über die Langlebigkeit der Kunststoffausführung hier nicht geurteilt werden kann.

Zur Grundausstattung einer Modellbahn-Werkstatt gehören Oberfräse natürlich nicht. Ob es sinnvoll ist, sich diese Werkzeuge zuzulegen, hängt sehr davon ab, wie man seine Konstruktionen aufbaut: Wer verzahnt, verzapft und vernietet, wird eher Bedarf an diesen Geräten haben als jemand, der Schraubkonstruktionen bevorzugt.

Was das Sägen angeht, bieten die „Minis“ zwei interessante Tools an: eine Tischkreissäge im Kleinformat und eine Stichsäge. Eine Tischkreissäge wird recht bald auf der Wunschliste stehen, denn mit ihr kann man sauber und ohne Nacharbeit gerade Schnitte bewerkstelligen. Sie sind in der Regel mit verschiedenen Anschlägen und Führungen ausgestattet, die exakte Schnitte garantieren. Für Gehrungen und winkelige Schnitte sollte das Sägeblatt kippbar sein – nicht alle Maschinen bieten das. Pfiffig ist eine Weiterführung der Antriebswelle aus dem Maschinengehäuse nach außen, was das Anschließen von Schleifscheiben oder Ähnlichem erlaubt. Die 12-Volt-Maschine von Kaleas gefiel uns wegen der soliden Konstruktion und der Vielzahl der Einstellmöglichkeiten am besten. Ein kraftvoller 220-V-Antrieb kann sinnvoll sein, wenn man häufiger Metallbleche oder Holzplatten mit größeren Stärken als drei Millimeter schneidet.

Die Stichsäge kann in vielen Fällen das Arbeiten mit der Laubsäge ersetzen. Ihre Sägeblätter sind sehr fein und eignen sich problemlos etwa für das Aussägen von Fenstern aus Mauerplatten. Je nach Ausführung des Stichsägekopfes kann man auch entlang einer Führung sägen.

Werfen wir abschließend einen Blick auf einige Schleifwerkzeuge. Von Interesse sind für uns insbesondere Schwingschleifer und Bandschleifer. Schwing- und Bandschleifer eignen sich zum Schleifen von Flächen. Beim Schwingschleifer bewegt sich ein Schleifteller, ohne selbst zu rotieren, entlang einer Kreisbahn. Beim Bandschleifer rotiert ein Schleifband. Da die Schleifrichtung immer gleich ist, ist er für das Schleifen von Holz, wo man ja immer in Faserrichtung schleift, gut geeignet.



Werkzeuge für die Gleisverlegung und Einschotterung

Gleise und Schotter

Nur sehr wenige Modellbahner bauen ihre Gleise und Weichen komplett selbst. Zumeist werden industriell vorgefertigte Gleissysteme verlegt. Doch wenn es dann ans Einschottern geht, kommt man in keinem Fall um präzise Handarbeit herum. Welches Werkzeug kann dabei helfen?

Solider Gleisbau beginnt beim Planum, mithin bei der „Unterlage“ für die Gleisjoche im Schotterbett. Diese Unterlage kann aus Holz, Kork, Moosgummi oder anderen Materialien bestehen, auf die das Gleis geklebt oder genagelt wird. Wer seine Gleise und Weichen komplett selbst baut, verlegt bzw. befestigt in der Tat Schwelle für Schwelle. Es folgt eine farbliche Behandlung (die eine Patinierung einschließt) und das Einschottern.

Zunächst wird das Planum aufgeklebt. Um den verwendeten Weißbleim gleichmäßig auf die tragende Trasse aufzubringen, ist ein Riffelpspachtel sinnvoll. Nach Auflegen des vorher exakt zugeschnittenen Planums auf die

Leimfläche muss bis zum endgültigen Verkleben und Aushärten ein gleichmäßiger, gleichbleibender Anpressdruck ausgeübt werden. Deshalb verbieten sich beispielsweise Schraubzwingen, denn sie erzeugen nur punktuell Druck, der unter Umständen viel zu hoch ist. Als Hilfsmittel sind schwere Bücher mit hartem Einband deutlich besser geeignet. Empfehlenswert sind mehrbändige Lexika mit abwischbarem Einband, allem voran der gute alte Brockhaus.

Vor der Gleismontage steht (wenn es sich um Flexgleise handelt) deren exakter Längenzuschnitt an. Für das Trennen der Gleisprofile wird ein geeigneter Seitenschneider verwendet. Bei bereits verlegtem Gleis, das (etwa an einer mo-

Vorbildgerecht verlegte und eingeschotterte Gleise passen sich harmonisch in die Landschaft ein. Verwendet man geeignetes Werkzeug, ist der Gleisbau kein großes Problem.

dularen Übergangsstelle) wieder zu trennen ist, bietet sich eine Kleinbohrmaschine mit Trennscheibe an. Bei der Wahl eines Seitenschneiders ist darauf zu achten, dass ein watenfreier Seitenschneider verwendet wird, der, wie im Kapitel „Trennen“ bereits erläutert, ein Schneiden der Profile ohne Quetschung ermöglicht. Beim Schneiden ist darauf zu achten, dass der glatte Schnitt an dem Schienenprofil erfolgt, das anschließend verwendet wird.

Wer zum Trennen eine Kleinbohrmaschine mit Trennscheibe aus Korund verwendet, geht ein gewisses Risiko ein: Verkantet man die Scheibe im Werkstück, könnte sie leicht abbrechen. Wegen der hohen Drehzahl besteht die Gefahr von Verletzungen durch losgelöste Scheibensplitter. Wer sich dieser Technologie bedient, muss unter allen Umständen eine Schutzbrille für die Augen tragen! Um das Splitterrisiko zu verringern, sollte ein Verkanten der Scheibe beim Trennvorgang peinlichst vermieden werden.



Die wichtigsten Werkzeuge zum Aufkleben des Planums für das Schotterbett sind Riffel-spachtel und Andrückrolle.



Bis zum Abbinden des Klebstoffs können Bücher ein probates Beschwerungs-mittel sein. So findet der gute alte Brockhaus selbst beim Gleisbau sinnvoll Anwendung.



Gleistrennung mit einem watenfreien Seitenschneider: Die rechte Gleisseite soll verwendet werden, weshalb sie auf der flachen Seite der Schneide liegt.



Haben die Gleise die erforderliche Länge, sind sie zu befestigen. Für ein Festnageln spricht, dass sich die Verbindung bei Korrekturbedarf durch den Einsatz einer Zange wieder lösen lässt. Wer die Gleise aufklebt, hat diese Chance nicht, muss sich aber auch nicht über Nagelköpfe in den Schwellen ärgern. Eine Schallbrücke, die Geräuschresonanzen im Unterbau erzeugt, kann bei beiden Befestigungsarten entstehen. Letztlich kommt es darauf an, welche Materialien für das Planum verwendet wurden. Moosgummi- und Korkstreifen, auf die man das Gleis klebt, erzeugen weniger Resonanzen, als wenn man das Gleis „brutal“ auf Holz nagelt und die Nagelspitzen womöglich noch ins Trassenholz unter dem Planum eindringen. Recht praktikabel ist es, wenn man nur das Gleis befestigt und bei den Weichen darauf verzichtet, da letztere durch die anschließenden Gleisjoche ja recht gut fixiert sind und mit dem Einschottern später zusätzlichen Halt bekommen. Außerdem bleiben sie (wenn auch nicht so ganz unproblematisch) prinzipiell demontierbar.

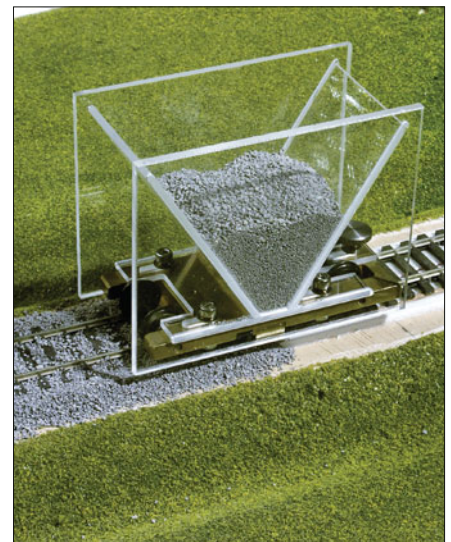
Für das Aufkleben der Gleise gilt sinngemäß das, was schon zum Aufkleben des Schotterbettes gesagt wurde: Es kommt auf einen ausgeglichenen Anpressdruck an. Zum Nageln empfiehlt sich der „Nagelfix“ von Peter Post aus Duderstadt. Mit ihm nagelt man nicht im eigentlichen Sinne, sondern drückt die Nägel vorsichtig in den Untergrund ein. Das geht feinfühlicher von-statten als herkömmliches Nageln, Fehlschläge werden vermieden und möglicher Schaden minimiert. Peter Post bietet auch das Gegenstück zum Nagelfix an, den Nagelheber, der das nervtötende Aushebeln von eingeschlagenen Nägeln (etwa mit Hilfe eines Seitenschneiders) überflüssig macht.

Zum Thema Gleisbau gehört auch das Einschottern, für das es sehr sinnvolle Werkzeuge gibt; manche von ihnen kann man selbst bauen. Dazu zählen jene, die beim Verteilen des Schotters in und zwischen den Gleisen helfen. Gute Möglichkeiten zur raschen

Mit Parallelgleis-Abstandshaltern (hier von Peter Post) lassen sich nicht nur die gewählten Gleisabstände exakt einhalten, sondern auch „störrische“ Flexgleise bezwingen.



Links: Wer seine Gleise aufnagelt, wird „Nagelfix“ und Nagelheber von Peter Post sehr zu schätzen wissen.



Der „Schotterboy“ im Einsatz: Der Schotter rieselt aus dem Trichter auf das Planum. Dabei entsteht das Schotterbett fast in seiner endgültigen Form.

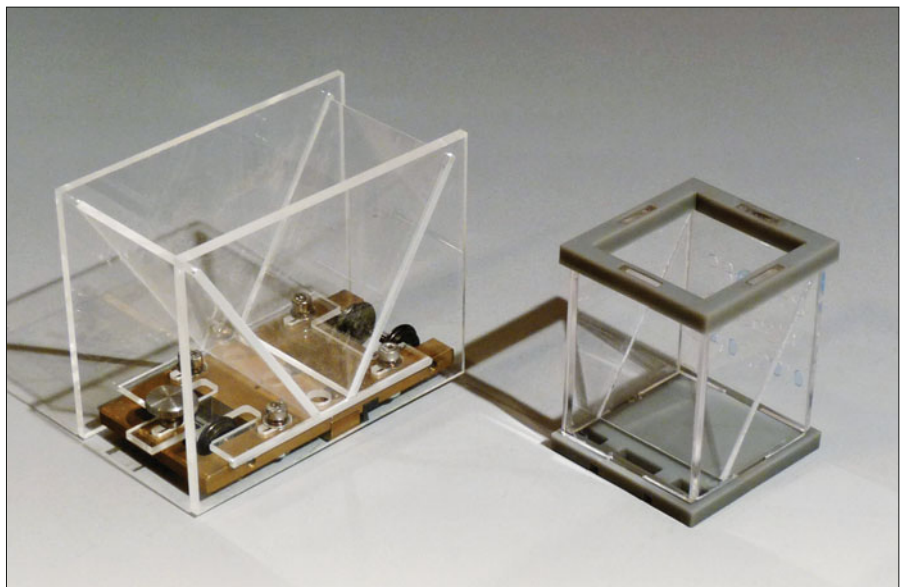
Links: Drei Öffnungen dienen der Schotterzufuhr. Ihre Größe lässt sich mit einer Schraube einstellen. Daneben ein einfacheres Modell von Proses, das etwas Übung erfordert.

Grobverteilung des Schotters bietet der „Schotterboy“. Schottert man nur ab und zu einmal ein paar Gleise ein, genügt allerdings auch eine kleine Filmdose oder ähnliche Behältnisse von dieser Größe.

Neben den Fingern der Hand hat sich zur nachfolgenden Feinverteilung eine Schotter-Schablone aus Pappe bzw. Holz bewährt. Mit ihrer Hilfe lässt sich ein gleichmäßiges Bettungsprofil herstellen, indem man sie am Gleis entlang zieht. Die Abmessungen dieser Schablone sollte man für das individuell gewählte Bettungsprofil selbst ermitteln. Wichtig ist, dass der Spalt zwischen der Schablone und den Schwellen bzw. den Kleiseisenteilen ausreichend groß ist.

Zum Andrücken und Verdichten des Schotters hat sich der abgebildete, mit einem Handgriff versehene Holzspachtel als nützliches Werkzeug bewährt. Er wird sowohl von der Böschungsseite her als auch von oben auf das Schotterbett gedrückt und formt so den Schotterplan. Zur letzten Feinverteilung besonders widerspenstiger Schottersteinchen nutzt man einen weichen Flachpinsel. Zum Einsprühen mit entspanntem Wasser braucht man lediglich eine Flasche mit Pump-Sprühkopf, und zum Auftragen des wässrigen Klebstoffgemisches hat sich am besten eine Pipette bewährt.

Hilfsmittel zum Schottern: Schablone zum Ausrichten der Bettungskanten, Holzspachtel, flacher Haarpinsel, Sprühflasche zum Durchfeuchten und Pipette zum Kleberauftrag.





Begrasungsgeräte

Begraser für die Faser

Schon lange vorbei sind die Zeiten, in denen der Modellbahner Sägespäne als „Gras“ verstreute, später dann Grassmatten verlegte oder gar nur lose Fasern mit Hilfe von Joghurtbechern über seine Anlagenszenerie verteilte. Heutzutage wird der Stand der Technik von elektrostatischen Begrasungsgeräten bestimmt, wie sie etwa Faller, Heki, Noch und RTS liefern. Sie bieten alles, was der Modellbahner benötigt.

Elektrostatische Begraser, die man angeblich preiswert selbst bauen kann, fanden und finden sich immer wieder im Internet, das zu solchem Unterfangen Bauanleitungen enthält. Angesichts der Tatsache, dass für das Hantieren mit Hochspannungen spezielle elektrotechnische Kenntnisse Voraussetzung sind, über die sicher nicht alle Modellbahner verfügen, soll hier nachdrücklich davon abgeraten und auf ein näheres Eingehen auf solcherlei Technologien verzichtet werden.

Allen industriell gefertigten Geräten ist eine Art Becher gemeinsam, der zur Aufnahme der Grasfasern (Applikator) dient und an einen Pol eines Hochspannungsgenerators angeschlossen ist. Letzterer wurde bei den Geräten von Faller, Noch und RTS in die Gehäuse integriert, während er sich bei den Heki-Geräten in einem separaten Gehäuse befindet. Gespeist wird der Hoch-

spannungsgenerator bei den Geräten, in die er integriert ist, durch eine Batterie, bei den Geräten von Heki dagegen durch ein Netzgerät, das an 220 V angeschlossen wird.

Alle Geräte benötigen ein Erdungskabel, da sonst der elektrostatische Effekt, auf den sie konstruktiv setzen, nicht eintritt. Das Kabel wird mit Hilfe einer Stecknadel, eines Nagels oder ähnlichem in den zu begrasenden Untergrund gesteckt, damit dieser Untergrund quasi als Hochspannungs-Gegenpol fungieren kann, der die aufgeladenen Fasern mit hoher Kraft anzieht. Die Fasern richten sich logischerweise entlang der magnetischen Feldlinien zwischen Applikator und Untergrund aus, weshalb sie ja dort auch immer senkrecht auftreffen.

Die Geräte kommen mit verschiedenen Applikatoren zur Auslieferung: mit engmaschigen für kurze Fasern, weit-

Foto linke Seite: Großzügige Begrünung und akzeptable Grasflächen harmonisch in die Landschaft zu integrieren, erfordert nicht viel Aufwand, wenn man sich dazu eines modernen Begrasungsgeräts bedient.

maschigen für längere Fasern, mit großer Öffnung für flächiges Arbeiten und mit kleiner Öffnung für Detailarbeiten. Ein paar Versuche sollten reichen, um zum richtigen Applikator zu greifen.

Die Geräte unterscheiden sich in ihren Arbeitsspannungen, die von 14 kV (14 000 V) bis zu 55 kV reichen. Das erscheint zunächst gefährlich, ist es aber nicht, weil die Ströme, die bei den hier vorgestellten Geräten fließen, sehr gering sind. Generell lässt sich sagen: Je länger die aufzubringenden Fasern sind, desto höher sollte die Spannung sein, die zur Verfügung steht. Als „gepeilte“ Richtwerte: Für Fasern bis vier Millimeter reichen 14 kV, bis zehn Millimeter sollten es dann schon 20 kV und mehr sein. Welches Gerät sollte man sich zulegen?

Aus der Faserlänge ergibt sich die sinnvolle Spannung; die Spannungsvorsorgung richtet sich nach der Größe der zu begrasenden Fläche. Sind Flächen und Faserlängen klein, empfiehlt sich ein Batteriegerät. Für lange Fasern auf großen Flächen muss ein Netzgerät her. Differenziert hieße das, bei Faserlängen bis zu 4,0 mm das Gerät von Fallner (14 kV), das ältere Noch-Gerät, das RTS-s-Gerät und den Flockstar von Heki (15 kV) einzusetzen. Bei Faserlängen von 4,0 bis 10,0 mm eignen sich eher das neuere Noch-Gerät (20 kV), das RTS-Gerät mit 35 kV und der Heki-Flockstar XL mit 20 kV. Ab bzw. weit über 10,0 mm leisten das RTS-Gerät (55 kV) und der Heki-Flockstar XL mit 20 kV die gewünschten Dienste.

Die Batteriegeräte können auch für „Vielbegraser“ interessant werden, wenn man statt Einwegbatterien wiederaufladbare Akkus verwendet. RTS bietet daher ein Ladegerät für die verwendeten 9V-Batterien an.

Die Vorgehensweise beim Begrasen selbst ist nicht Gegenstand dieser Broschüre, denn detaillierte Beschreibungen dazu finden sich in den abgebildeten MIBA-Praxis-Bänden „Landschaft“ von Burkhard und Stephan Rieche sowie „Neue Wege im Landschaftsbau“ von Horst Meier.

Fazit: Ein Begrasungsgerät sollte in keiner Modellbahnwerkstatt fehlen; der Effekt des „stehenden Grases“ ist die Anschaffung allemal wert.

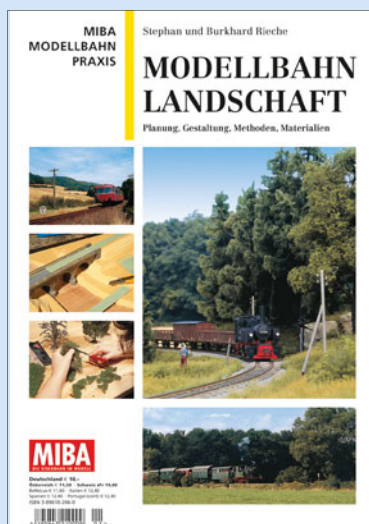


Übersicht über einige der besprochenen Begrasungsgeräte von RTS, Heki (Flockstar) und Noch (Grasmaster). Davor ein Applikator mit Kabel von Fallner.

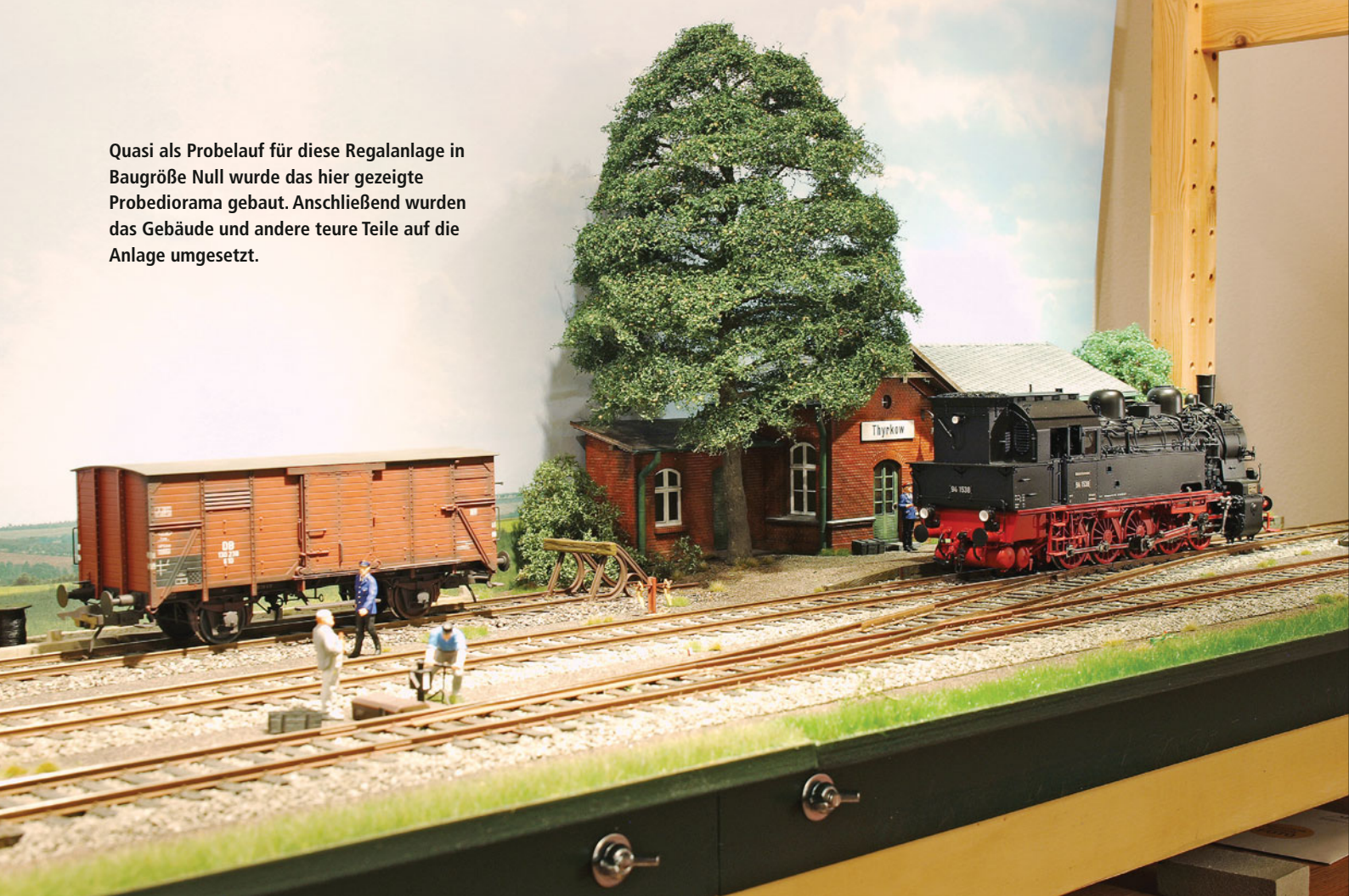


Oben links das RTS-Gerät mit Sieben für unterschiedliche Faserlängen bzw. Flächen und Punktauftrag. Rechts daneben externer Hochspannungstrafo (rot) zum Flockstar von Heki.

Links: Noch-Begrasungsgerät im „bewegten“ Einsatz



Quasi als Probelauf für diese Regalanlage in Baugröße Null wurde das hier gezeigte Probediorama gebaut. Anschließend wurden das Gebäude und andere teure Teile auf die Anlage umgesetzt.



Praktischer Werkzeugeinsatz beim Dioramenbau in 0

Versuch Richtung 0

Kann man bewährte Materialien und Bautechnologien beibehalten, wenn man die Baugröße wechselt? Das lässt sich kaum theoretisch, wohl aber in einem praktischen Versuch klären. Das folgende Kapitel widmet sich der Frage, welche Werkzeuge und Verfahren in der Baugröße 0 sinnvoll anzuwenden sind.



Der Bau des Dioramas „Thyrkow“ stellte insofern eine Ausnahme dar, als hier gar kein Modellbahnbetrieb ins Rollen kommen sollte, denn der kleine Bahnhof diente von Anfang an als Versuchsobjekt für in Baugröße 0 anwendbare Bautechnologien und geeignete Werkzeuge. Vor allem interessierte die Frage, was alles zu verändern ist, wenn man beim Bauen von H0 auf 0 umsteigt oder sogar aus N-Gefilden stammt, um nun in 0 etwas zuwege zu bringen. Um also auszuprobieren, wie man als H0-Bahner mit der doppelten Größe 0 klar kommt, entstand dieses Diorama. Ausgetestet werden sollten Methoden und Techniken der Gleisverlegung, der Gestaltung des Schotterbetts sowie die „Anlegung“ von Brachflächen neben dem Gleis. Überdies ging es um die Frage, ob man für die Baugröße 0 ein neues Farbgefühl braucht und ernsthaft entwickeln sollte.

Nicht Bestandteil dieses Vorhabens war der Bau des Empfangsgebäudes, das als Fertigmodell erworben wurde.

Ein relativ dünnes Sperrholzbrett diente als Basis des Versuchsdioramas. Auch das zweite, für das Empfangsgebäude aufgeleimte Brett bringt keine große Stabilisierung. Somit empfiehlt sich dringend der im Text erläuterte Rahmenunterbau aus stabilen Leisten.

Großes Foto links: Wie an der Regalkonstruktion ganz rechts im Foto erkennbar ist, handelt es sich um das Fragment eines Versuchsdioramas in der Baugröße 0. Obwohl noch nicht perfekt, vermittelte der Bau wichtige Erfahrungen für den Umstieg von 0 auf H0.

Tomasz Stangel, Entwickler und Hersteller des Gebäudes, beherrscht die vorbildgetreue Farbgebung des Mauerwerks und anderer Gebäudeteile derart meisterhaft, dass eine farbliche Nachbehandlung oder gar ein Test zu eventueller Optimierung von vornherein überflüssig erschien.

Ausgehend vom Versuchscharakter des Dioramas entstand ein sehr einfacher Unterbau, der sich auf ein 10 mm dickes Sperrholzbrett reduzierte. Klar, dass sich ein solches, eher loses Brett zum Verziehen und Verwerfen neigt. Wer also kein Versuchsdiorama, sondern eine auf lange Zeit berechnete Anlage mit Transportfähigkeit baut, sollte einen Rahmen aus 20 x 40-mm-Leisten zusammenschrauben. Da dies im vorliegenden Fall nicht geschah, verzog sich die Platte bereits beim Einscottern, das ja nicht ohne den Einsatz verschiedener Flüssigkeiten zu bewerkstelligen ist.

Die Feingestaltung der Oberfläche fand mit Spachtelmasse statt, die in einem Gummitopf angerührt wurde. In dem Gummitopf kann man übrigens restlichen Spachtel getrost trocknen lassen; er lässt sich später sehr leicht aus dem Topf herausbrechen. Das ist besser, als die schmierige Spachtelmasse zu entsorgen, denn die festen Klumpen wirft man in den Mülleimer.

Zum Verstreichen der pastösen Masse benutzt man verschiedene Spachtel; für flächige Verspachtelungen sind breite Blattspachtel sinnvoll. Müssen „Pickel und Huckel“ entfernt werden, benutzt man grobes Schleifpapier (Körnung 40), weil es sich mit anfallendem Spachtelstaub weniger zusetzt. Je nach der Landschaftsform wird das Schleifpapier entweder lose (bei gewölbten Oberflächen) oder mithilfe eines Schleifklotzes (bei planen Oberflächen) verwendet.

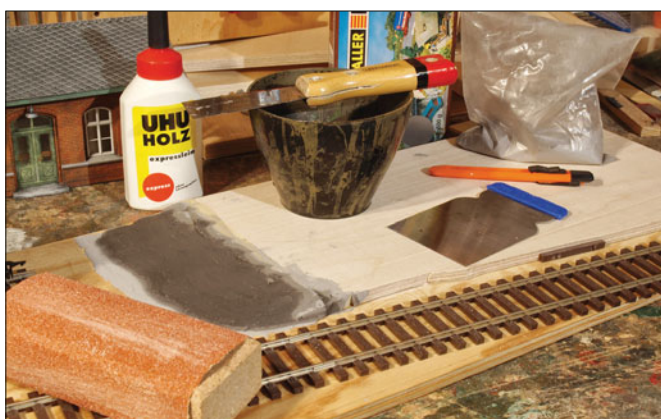
Dem Aufkleben der Gleise folgte die Bahnsteigkante des Schüttbahnsteigs,

Deutlich erkennbar sind die aus Holzleisten entstandenen „Schwellen“ der unteren Reihe der Bahnsteigkante, die mit der Kreissäge von Böhler (heute Firma Kaleas) zugeschnitten wurden. Von den Kunststoffschwelen wurden die Kleisenen entfernt.



Zum Ausgleichen der groben Höhenunterschiede dienten Styrodur-Reste, die, mit einem Messer dreieckig geschnitten, die Stufe zwischen den beiden Brettern in eine Neigung verwandelten.

Zur Feingestaltung der Oberfläche fand in einem Gummitopf angerührte Spachtelmasse Verwendung. Mit verschiedenen Spachteln verteilt, wurde sie nach ihrer Aushärtung glattgeschliffen.



Keinen allzu großen Aufwand erforderte die Bahnsteigkante, die aus Gleis- und Schwellenresten sowie passend abgelängten Holzleisten gebaut wurde.





Bei Lenz sind die Schwellen hohl. Daher mussten die (im Bereich des spitz auf die Dioramakante zulaufenden Gleises) teilweise abgetrennten Schwellen mit Spachtelmasse verschlossen werden, wozu ein Schraubenzieher als Spachtelwerkzeug durchaus gute Dienste leistete. Mithilfe von Messer und Schleifpapier wurde anschließend überschüssige Spachtelmasse wieder entfernt.

Bei diesem Diorama erfolgte das Anmalen der Gleise ausschließlich mit Pinseln. Gewählt wurden zwei Brauntöne; ihr Auftrag erfolgte nass in nass: dunkelbraun die Schwellen und rostbraun (heller als die Schwellen) die Schienenprofile.



die aus Gleisresten entstehen sollte. Dem Vorbild recht ähnlich wurden dazu Schienenstücke senkrecht eingesetzt, wobei ihre Abstände exakt der Breite der verwendeten Schwellen entsprechen müssen, die anschließend in sie eingeschoben werden. Das Abtrennen der benötigten Schienenstücke erfolgte mit dem watenfreien Seitenschneider von Xuron und einer (in einer Kleinbohrmaschine eingespannten) Trennscheibe. Da als „Altschwellen“ die Schwellen der verwendeten Lenz-Gleise vorgesehen waren, mussten mit Messern und Feilen erst noch deren Kleinteile entfernt werden. Die oben sichtbaren, „glatten“ Seiten der Schwellen erhielten mit dem bereits erwähnten, sehr groben Schleifpapier eine Quasi-Holzmaserung.

Hat man nicht genug „Schwellenabfall“ zur Hand, ist die Angelegenheit natürlich etwas teuer. Deshalb wurden die Schwellen der unteren Reihe aus Holzresten per Tischkreissäge zurechtgesägt. Sie werden später zum größten Teil unterhalb des Schotters liegen, so dass man dann nicht allzuviel von ihnen sieht.

Der Gleis- bzw. Schienenanstrich erfolgte mit Pinseln. Eine Spritzpistole führt natürlich zu qualitativ besseren Arbeitsergebnissen, doch war sie im Falle des Versuchsdioramas noch nicht zur Hand.

Zum Einschottern dienten die in den Fotos abgebildeten Gerätschaften. Im Bereich des spitz auf die Dioramankante zulaufenden Gleises wies das Einschottern die Besonderheit auf, dass das Schotterbett bis zur Vorderkante reichte. Um ein Herausrieseln des Schotters zu verhindern, wurde mithilfe einer großen Schraubzwinge eine

Für den Einbau des Weinert-Prellbocks wurde mit dem Stechbeitel wieder Gipsmasse entfernt. Zur Abtrennung der Gleisführung diente eine Trennscheibe auf einer Handbohrmaschine. Die kleine Schlüsselfeile half bei der Entgratung.



Vor dem Einschottern der Gleise wurde die dicke Farbschicht von der Oberseite der Schienenprofile entfernt. Das geschah zunächst mit dem hier abgebildeten Spachtel, der, vorsichtig angesetzt, die Farbschicht „grob“ abhob. Für die nachfolgende Feinsäuberung empfahl sich der schon etwas ältere Roco-Rubber (auf dem Bahnsteig).

Für den Bereich des spitz auf die Dioramenkante zulaufenden Gleises mußte eine kleine Hilfskonstruktion gebastelt werden, um hier einwandfrei einschottern zu können. Leisten, Alufolie und eine Schraubzwinge verhindern schließlich, dass der nach dem Einschottern zunächst noch lose, nicht anhaftende Schotter aus den Schienen- und Schwellenzwischenräumen herausrieseln konnte.

Leiste vor die Kante des Dioramas gespannt. Damit der Schotterkleber diese Leiste nicht an das Diorama festklebt, wurde sie vorher mit Aluminiumfolie umwickelt. Kunststoffolie, etwa Frischhaltefolie, würde denselben Zweck erfüllen, sodass sich die Leiste nach dem Aushärten des Klebers rückstandslos entfernen lässt. Fazit: An Hilfskonstruktionen führt oft kein Weg vorbei.

Zur Montage der verschiedenen Gestaltungsdetails wie der Weinert-Lampe und der Bank vom selben Hersteller waren verschiedene Werkzeuge nützlich. Sekundenkleber – hier in kleinen Tuben für den Gelegenheitsbastler, der schon öfter erwähnte, watenfreie Seitenscheider sowie ein Messer zum Abtrennen der Bauteile vom Anguss bzw. vom Ätzrahmen sind unverzichtbar. Pinzetten helfen beim Zusammenmontieren und „Klipse“ halten viele Teile während des Lötens oder im Verlauf des Aushärtprozesses der Klebstoffe ausreichend stabil zusammen.



Was zum rationellen Schottern erforderlich ist, vereint dieses Foto. Ausführliche Informationen gibt es dazu auf den Seiten 21, 22 und 23.

Unten: Zuletzt kommen Grasbüscheln hinzu. Das Gebäude trägt hier noch seinen Liefernamen.



PROXXON
MICROMOT
System

**FÜR DEN FEINEN JOB
GIBT ES
DIE RICHTIGEN GERÄTE**

Spezialisten für feine Bohr-, Trenn-, Schleif-, Polier- und Reinigungsarbeiten.

500 g leichte Elektrofeinwerkzeuge für 220-240 V-Netzanschluss. Getriebekopf aus Alu-Druckguss. Balancierter DC-Spezialmotor - durchzugskräftig, extrem laufruhig und langlebig.

Von PROXXON gibt es noch 50 weitere Geräte und eine große Auswahl passender Einsatzwerkzeuge für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche.

Industrie-Bohrschleifer
IBS/E

Langhals-
Winkelschleifer
LHW

Bandschleifer
BS/E

Bitte fragen Sie uns.
Katalog kommt kostenlos.

PROXXON

— www.proxxon.com —

PROXXON GmbH - D-54343 Föhren - A-4210 Unterweisersdorf



Efkr-Behälter aus Silikonformen in PU-Harz

Serienproduktion

Für zwei Btms 55 von Krüger wurden acht passende pa-Behälter benötigt. Im Visier standen Efkr-Behälter zum Transport von Kunstdünger und Saatgut. Leider werden die Behälter nicht einzeln angeboten. Auf einer Modellbahnbörse konnten zwei aus einer Krabbelkiste ergattert werden, die sich in einigen Details von den Roco-Behältern unterscheiden. Um an acht pa-Behälter zu kommen, bietet sich das Abgießen der Behälter in zweiteiligen Silikonformen an.

Die Efkr-Behälter sind an allen Seiten profiliert und mit Anbauteilen ausgestattet. Mit zweiteiligen Silikonformen lassen sich solche Bauteile viel schneller und gleichmäßiger herstellen als Stück für Stück in aufwendiger Handarbeit. Beim dreidimensionalen, vollständigen Abguss wird der Behälter samt der vielen Anbauteile abgegossen. Nur die Tritte werden wegen der großen Hinterschneidungen einzeln abgeformt, abgegossen und später an den Behälter geklebt.

Das Urmodell

Der Efkr-Behälter kann leider nicht komplett abgeformt werden. Also werden zuerst die Tritte und der Deckel mit einem scharfen Abbrechklingenmesser entfernt. Der Deckel eines Behälters ließ sich nicht entfernen und sollte trotz der Hinterschneidungen mit abgegossen werden. Für die demontier-

ten Teile werden Extraformen hergestellt. Die Schnittstellen am Behälter werden versäubert und mit einer kleinen Anbohrung versehen, um die Lage für die Tritte zu kennzeichnen.

Das Einbetten in Knetgummi

Am Efkr-Behälter ist die Trennlinie für die beiden Formteile gedanklich festzulegen. Diese muss so gelegt werden, dass es möglichst keine bzw. nur sehr wenig Hinterschneidungen gibt. Diese Überlegung ist vorher notwendig, da sonst wegen zu großer Hinterschneidungen der Abguss nur sehr schwer oder gar nicht aus der Form zu lösen ist, ohne diese dabei zu zerstören.

Bis zu dieser Trennlinie wird das Urmodell in den zuvor weichgekneteten Knetgummi eingesetzt. Die Trennlinie kann rund um den Behälter laufen und sich dabei durchaus wellenförmig um das Urmodell winden. Die Zeichnungen

auf Seite 31 geben weitere Informationen und Tipps.

Die Arbeit mit dem Knetgummi ist für die Herstellung einer zweiteiligen Form die wichtigste. Von der Lage der Trennlinie und der Einbettung in den Knetgummi hängt die spätere Verwendbarkeit und die Lebensdauer der Form entscheidend ab!

Das Formunterteil

Ist der Efkr-Behälter sauber in Knetgummi eingebettet und ausreichend fest auf die Unterlage fixiert, wird das Ganze mit einem Abstand von mindestens 5 bis maximal 15 mm mit einem verstellbaren Formkasten umgeben. Dieser Formkasten besteht aus Streifen beschichteter Hartfaserplatte mit je einer aufgeleimten Leiste an einer der schmalen Seiten. Hiervon werden für einen Formkasten vier Stück benötigt. Mittels vier Kraftklemmen können die einzelnen Formwände in der Größe individuell an das Urmodell angepasst werden und stehen später auch noch zur Herstellung weiterer Formen zur Verfügung.

Der obere Rand sollte den höchsten Punkt des Urmodells um mindestens 5 mm überragen, ansonsten wird die Form an dieser Stelle zu dünn und instabil. Dadurch werden die Abgüsse an dieser Stelle nicht korrekt abgeformt.

Der Formkasten wird mit kleinen Heißklebepunkten und mit einer Knetgummiwurst oder einem Klebeband auf der Unterlage fixiert, damit er sich beim Füllen mit Silikonmasse nicht verschiebt. So wird auch ein Auslaufen des Silikons verhindert.

Das Anrühren des Silikons erfolgt gemäß der Anleitung, wobei auf gute Vermischung des Silikons mit dem Vernetzer zu achten ist. Zum Einfüllen des Silikons empfiehlt es sich, erst Tropfen für Tropfen mit einem ausgerundeten Holzstäbchen über das Urmodell zu verteilen. Erst wenn die gesamte Oberfläche mit einem dünnen Silikonfilm bedeckt ist, wird der Rest der Masse vorsichtig in den Formkasten gefüllt. So haben die noch in der Silikonmasse verbleibenden Luftbläschen einen gewissen Abstand zum Urmodell.

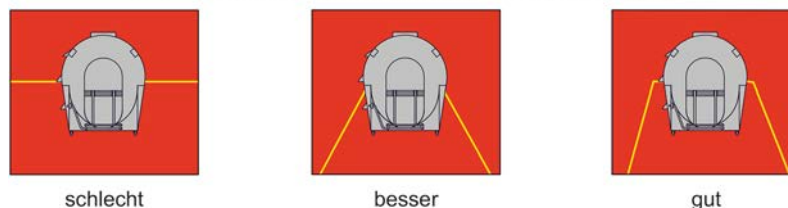
Nach ca. 12 Stunden wird der Formkasten samt dem inzwischen vernetzten Silikon, dem Knetgummi und dem dazwischen befindlichen Efkr-Behälter vorsichtig von der Arbeitsunterlage gelöst und umgedreht. Jetzt wird der Knetgummi dem Formunterteil entnommen. Nun müssen noch die Reste des Silikons entfernt werden, das in diverse feine Fugen eingesickert ist.

Das Formoberteil

Der Efkr-Behälter verbleibt im Unterteil, während als nächstes eine Trennschicht ausschließlich auf die Innenseite der Silikonform, jedoch nicht auf dem Urmodell oder dem Formkasten, aufgebracht wird. Diese Trennschicht ist sehr wichtig, da beide Formteile sonst beim Gießen des Oberteils unlösbar miteinander verkleben würden. Als Trennschicht wird eine stark verdünnte Kunstharzfarbe verwendet. Beim Befüllen der Form mit Abgussmasse ist nicht unbedingt eine Trennschicht erforderlich. Nach dem Trocknen der Trennschicht wird das Formenunterteil mit Silikon gefüllt. Hierbei ist genauso wie beim ersten Formteil vorzugehen.

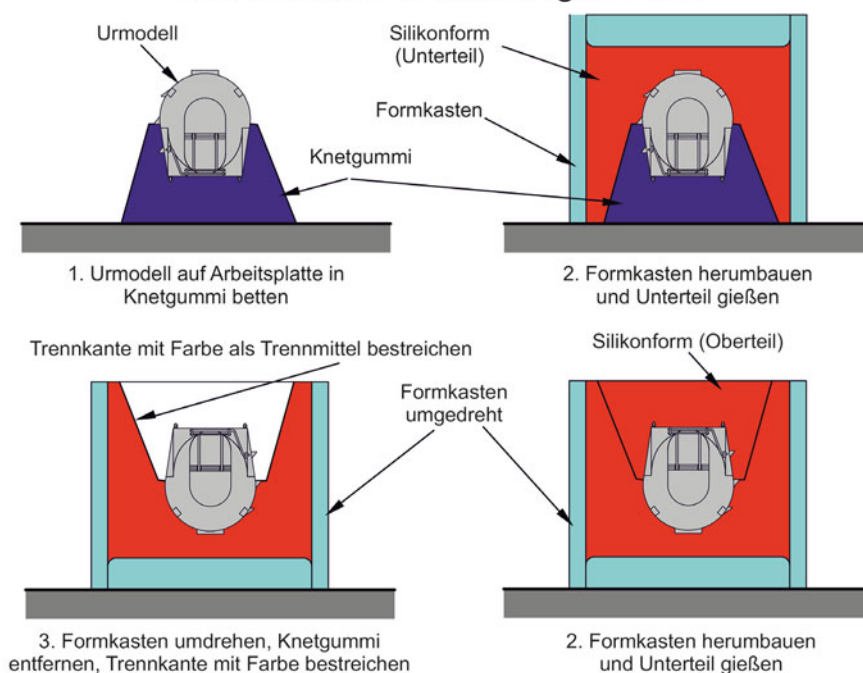
Nach weiteren 12 Stunden kann der Formkasten, der jetzt nicht mehr benötigt wird, entfernt werden. Die Form sollte sich jetzt leicht an der Trennfuge auseinandernehmen lassen, auch wenn die Teile leicht aneinanderkleben. Ebenso sollte sich der Efkr-Behälter leicht aus der Form nehmen lassen.

Trennkantenverläufe bei Silikonformen



Das Knetgummi sollte von der Trennkante des Urmodells möglichst senkrecht nach unten geformt werden (rechts) und dabei einen kurzen waagerechten Ansatz haben, damit die Form nicht zu dünn wird. Waagerecht angebracht (linke Abbildung) erhält man an den späteren Abgüssen unter Umständen sehr dicke, schwer zu entfernende Grate.

Vier Schritte zur zweiteiligen Form



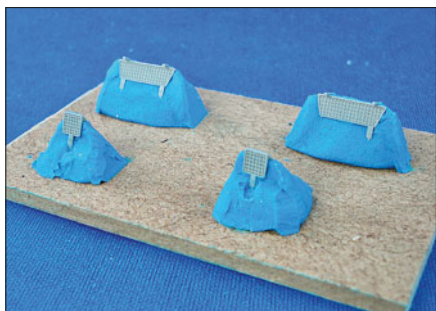
Alle Teile für die Formkästen lassen sich mit einer Kreissäge leicht herstellen.



Aus beschichteten Hartfaserplatten und Leisten entstehen die Seitenteile der Gussform.

MATERIAL	EIGENSCHAFT	TROPFZEIT	AUSHÄRTEZEIT	ANMERKUNGEN
Gips	weich	5-10 Min.	2 Std. *)	stark saugende Oberfläche, billig
Keramin	härter als Gips	5-10 Min.	1-2 Std.	saugende Oberfläche
Porcellin	härter als Keramin	5-10 Min.	1-2 Std.	glatte Oberfläche, nicht saugend
Epoxidharz	durchsichtig, fest	~30 Min.	12 Std.	Härter giftig, teuer
Polyurethanharz (Resin)	undurchsichtig, stabil	~30 Min.	12 Std.	teuer, gering lagerfähig, nur in Fachgeschäften
Polyesterharz	durchsichtig, spröde	~30 Min.	6 Std.	stark riechend, billiger als Epoxid
Polyesterspachtel u. -harz	undurchsichtig, stabil	1-2 Min.	1 Std.	stark riechend, billiger als Epoxid

*) in zweiteiliger Silikonform



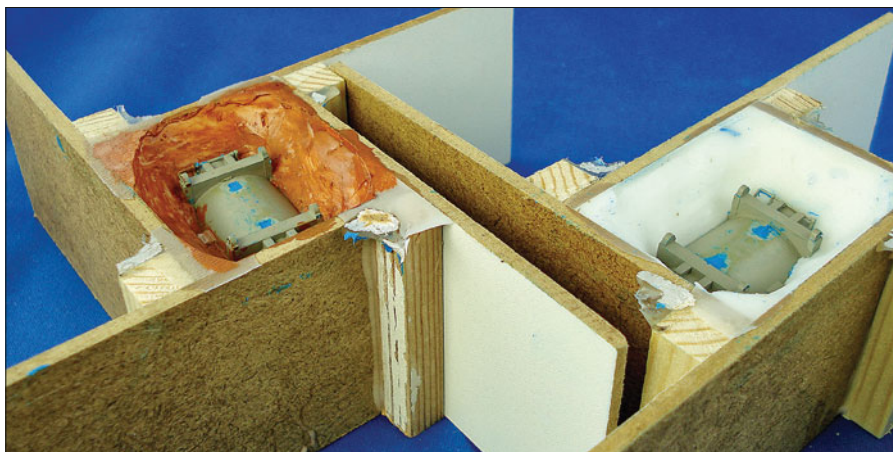
Alle Kleinteile, in diesem Fall die Tritte, bekommen auch je eine eigene Form.



Die hohlen Behälter werden innen mit Knetgummi gefüllt.



Eine Grundplatte aus Hartfaserplatte mit Knetgummisockel für die Behälter. Die Oberfläche der Knetmasse ist später die Trennkante zwischen Form Ober- und Unterteil.



Die Trennkante wird mit einer Sperrschicht aus Farbe aufgepinselt. Ohne diese Trennschicht würde sich das Formunterteil unlösbar mit dem Oberteil verbinden.



Für die Verarbeitung des Silikons gilt das für die zweiteilige Form beschriebene Verfahren.

Nach ca. 12 Stunden wird der Formkasten samt dem inzwischen vernetzten Silikon, der Unterlage und dem dazwischen befindlichen Urmodell umgedreht. Die Unterlage wird vorsichtig von der Silikonform gelöst. Hierbei klebt das Urmodell meist an der Unterlage fester als am Silikon. Damit ist die Form bereits fertig und kann befüllt werden.

Der Abguss mit Polyurethanharz

Für das Abgießen der Efkr-Behälter, der Tritte und des Deckels habe ich mich für ein schlagzähes Polyurethan-



Die Behälter werden um Halteösen ergänzt.

Das Entfernen der feinen Schwimmhäutchen an den Stellen, an denen das Silikon zwischen die Fugen des Formkastens gelaufen ist und das Abschneiden einer Formecke zur Identifizierung der Lage beim Befüllen, sind die letzten Arbeiten an der nun fertigen Form. Die Farbe – unser Trennmittel – braucht nicht entfernt zu werden.

Beschrieben ist hier nur die Herstellung der beiden Formen für die Behälter. Die Tritte werden einzeln ebenfalls in zweiteiligen Silikonformen wie beschrieben abgeformt. Jedoch werden für diese kleinen Teile „Einwegformenkästen“ aus Styrodurzuschnitten verwendet. Diese werden aus einer Platte mit der Kreissäge ausgeschnitten und mit Weißleim zu einem Kasten verklebt. Die Formkästen umschließen die Urmodelle mit 5-15 mm Abstand und werden auf die Grundplatte geklebt. Beim Ausformen zerbrechen sie und sind nicht wiederverwendbar.

Die einteilige Silikonform

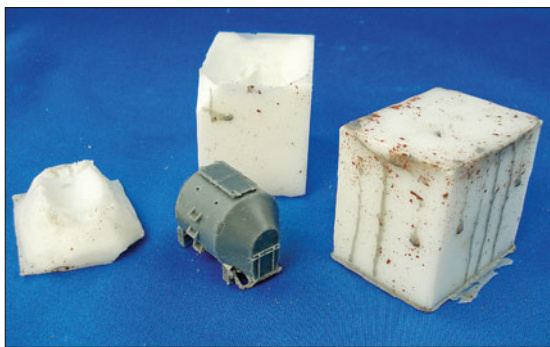
Für den Deckel des Efkr-Behälters reicht eine einteilige Silikonform völlig aus. Mit ihnen sind dreidimensionale wie auch durchbrochene Abgüsse (z.B.

Fenstereinsätze) möglich, wobei die Abgüsse nur auf der Vorderseite und den Seitenflächen graviert sein können. Die Rückseite wird zum Einfüllen der Abformmasse benötigt, ist nicht profiliert und nur im besten Falle eben. Dieser Nachteil ist für viele Anwendungen allerdings ohne Belang. Die Rückseite des Deckels muss plan sein, da er auf den Behälter aufgeklebt wird.

Vorbereitung des Urmodells

Die Rückseite des Deckels ist vorher plan zu schleifen, damit es auf einer ebenen Unterlage völlig plan aufliegt. Ist dies der Fall, wird der Deckel flächig aufgeklebt. Es sollten keine Spalte zwischen Urmodell und Unterlage zu sehen sein. Eventuell vorhandene Spalte werden mit Knetgummi verspachtelt. An solchen Stellen unterwandert das Silikon das Urmodell und muss später nachgearbeitet werden.

Für diese kleinen Teile reicht ein einfacher „Einwegformenkasten“ aus Styrodur, wie bereits beschrieben. Alternativ kann man für kleine Formkästen auch sehr gut Lego-Steine verwenden, diese hatte ich aber bei der Herstellung meiner Formen gerade nicht zur Hand.



Der erste Abguss mit dem Problem eingerührter Luftblasen, die z.B. das Ausformen der Laufrollen verhindern.

Die Formkästen werden für die Weiterverwendung gereinigt.



harz entschieden. Die Dünnschmelze des PU-Harzes erleichtert einen fehlerfreien Abguss, was bei den detaillierten Behältern einen weiteren Vorteil ausmacht. Die Wahl fiel dabei auf „Task 4“ von Kaupo, das im ausgehärteten Zustand weiß ist. Das ist zum Lackieren günstig, erschwert jedoch das Aufspüren und Korrigieren eventuell auftretender Fehler.

Um Fehler besser erkennen zu können, habe ich das Harz mit einem Tropfen schwarzer Abtönfarbe für Gießharze grau eingefärbt. Natürlich ist eine reichhaltige Palette an Farbtönen verfügbar.

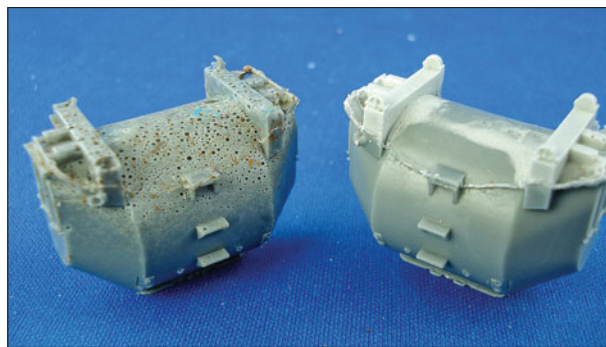
Die Verarbeitung erfordert ein höheres Maß an Genauigkeit. Das Abwiegen von Harz und Härter sowie die Einhal-

tung geringerer Toleranzen bei den Mischungsverhältnissen und die kurze Lagerzeit sind leider die Nachteile der PU-Systeme.

Aufgetretene Probleme

Nach dem Aushärten des PU-Harzes ließen sich die Bauteile einfach aus der Form entfernen. Meine größte Befürchtung, dass die kleinen Tritte Schwierigkeiten bereiten würden, erfüllte sich nicht. Dafür traten bei den Behältern echte Probleme auf. Die im Harz verbliebenen Luftbläschen steigen während des Aushärtens nach oben und sammeln sich am höchsten Punkt. Meine Hoffnung war, dass dies an der Unterseite der Kessel nicht weiter auffällt.

Rechts: Der erste Abguss links mit Luftblasen, rechts der neue Abguss. Ein Teil der PU-Gießmasse wurde mit Mikro-Ballons eingedickt und in das Formenoberteil gespachtelt. Der Rest des Materials wurde normal in die Form gegossen. Man kann die beiden Bereiche an der Farbe unterscheiden: Grau – das ungefüllte PU, weiß – das mit Mikro-Ballons (linkes Bild) eingedickte.

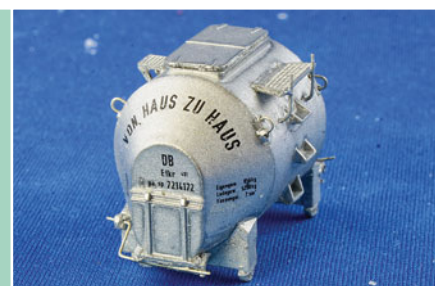
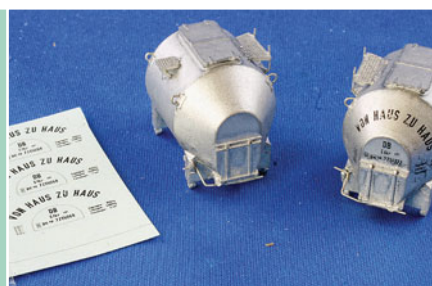


Leider stiegen die Blasen auch in die Rollen des Behälters, die nun schlecht oder gar nicht abgeformt wurden.

So kann man die Abgüsse nicht brauchen. Die Lösung fand sich in der Verwendung von Füllmitteln. Als Füllmittel dienen Baumwollflocken, Mikro-Ballons oder Thixotropiermittel, die mit einer kleinen Menge PU-Harz zu einer zähflüssigen Spachtelmasse angerührt werden. Mit ihr füllte ich die Formen im Bereich der Rollen aus. In die zähe Masse dringen dann keine Luftblasen mehr ein. Von den drei probierten Füllstoffen zeigten sich die Mikro-Ballons, kleine luftgefüllte Glaskugeln, als idealer Zuschlagsstoff zum Anrühren eines noch gerade fließfähigen Spachtels.

Lackieren und Beschriften

Die montierten Abgüsse werden nun wie jedes andere Kunststoffteil auch von Fettresten gereinigt und mit Modellbaufarben lackiert. Die Beschriftung habe ich gemäß der Urmodelle am PC mit CorelDraw erstellt und in einem Laserdrucker auf durchsichtigem Naßschiebebilderpapier gedruckt. Da die Beschriftung schwarz ist, stellt dies kein Problem dar. Anschließend wird die Beschriftung noch mit einem Überzug aus mattem Klarlack fixiert. So kommen die Efkr-Behälter nun auf dem Btms 55 zum Einsatz.



Die Lackierung erfolgte ohne Grundierung.

Mit Nassschiebern erfolgt die Beschriftung.

Klarlack fixiert die Beschriftung.

Starker Stoff: Zahlreiche, wenn auch nicht alle im Modellbau verwendbaren Klebstoffe auf einen Blick – das hält!



Für alle Zwecke und Materialien

Klebstoffe

Das Kleben ist im Modellbau die häufigste Methode zum Verbinden von Teilen. Für nahezu jede Anwendung und für jedes Material gibt es spezielle Klebstoffe im vielfältigen Angebot. Hinzu kommen noch Stoffe, die nicht zum Kleben ausgewiesen sind, sich aber gut dazu eignen, bestimmte Materialien zu verbinden.

Die Zeiten, wo eine Klebung als Notbehelf betrachtet wurde – eher gut für Verbindungen mit geringen Ansprüchen – sind schon lange vorbei. Nicht nur in der Automobilbranche wurde schon vor über 15 Jahren ein Großteil der Schweißungen durch technisch überlegene Klebungen mit neu entwickelten Klebstoffen ersetzt. Ein clever gewählter Klebstoff ist auch im Modellbahnbereich oft die beste Lösung.

Kleben beruht auf dem Adhäsion genannten mechanischen Aneinanderhaften von Oberflächen. Auch die Reibung Rad-Schiene gehört dazu, man spricht deshalb auch von Adhäsionsbahnen. Die Grundlagen sind noch nicht vollständig erforscht. Ein Aufräumen der zu verklebenden Oberflächen verstärkt die Adhäsion.

Klebstoffe werden nach Verwendungszweck, Aushärtemechanismus,

chemischer Zusammensetzung oder wie beim Sekundenkleber mit eher unscharfer Begriffsbildung eingeteilt. Eine Sonderform sind die Polystyrolkleber. Hier handelt es sich um ein Kaltschweißen; der „Kleber“ besteht aus einem Lösungsmittel, welches Polystyrol auflöst, nach dem Verdunsten verfestigt sich der Kunststoff wieder.

Bei Klebstoffen bestimmen diverse Eigenschaften deren Praxisnutzen unabhängig von der prinzipiellen Eignung, Beispiele: Lösemittelbeständigkeit, für eine Materialkombination. Die Teile können nicht ausgerichtet werden, falls der Kleber zu schnell aushärtet. Denselben Effekt beobachtet man bei Kontaktklebern. Zu lange Aushärtezeiten dagegen nerven und hemmen den Baufortschritt. Wie hoch ist die Endfestigkeit des Klebers, muss er nach dem Aushärten elastisch bleiben? Eine wieder lösbare Verklebung kann manchmal ganz nützlich sein: Gewöhnlicher Weißleim und die meisten Se-



Weißleim eignet sich für alle Arbeiten mit Holz, hier bei der Montage von Holzstapeln als Ladegut.



Für besonders haltbare Verklebungen, beispielsweise an Lokgehäusen, ist Zweikomponentenkleber eine gute Alternative zum Lötten.

Welcher Kleber für welches Material

	HOLZ, PAPPE, PAPIER	KUNSTSTOFF	SCHAUMSTOFF	METALL	SAND UND GESTALTUNGSMATERIAL
Alleskleber (UHU)	++	+	0	+	+
Kontaktkleber (Pattex)	++	+	0	++	0
Plastikkleber	0	++	0	0	+
Flüssigkleber	0	++	0	0	+
Verdünnung (Tangit)	0	++	0	0	0
Sekundenkleber (dick)	+	++	+	++	0
Sekundenkleber (flüssig)	+	++	+	++	0
Weißleim (Ponal)	++	0	++	0	++
Haft-/ Tiefgrund	0	0	0	0	++
Acrylkleber	+	+	++	0	0
Silikonkleber	0	+	++	++	0
Zweikomponentenkleber	0	+	+	++	0
Heißkleber	++	+	0	+	0

++ = sehr gut geeignet, + = geeignet, 0 = nicht geeignet

	HOLZ	PAPPE	PAPIER	KUNSTSTOFF	SCHAUMSTOFF	METALL	SAND ETC.
Holz	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,10,11,13	8,10,11	1,2,10,11,13	8,9
Pappe	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,10,11,13	8,10,11	1,2,10,11,13	8,9
Papier	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,8,10,11,13	1,2,10,11,13	8,10,11	1,2,10,11,13	8,9
Kunststoff	1,2,10,11,13	1,2,10,11,13	1,2,10,11,13	1,2,3,4,5,6,7,10,11,12	10,11	1,2,6,7,10,11,12	1,3,4,8,9
Schaumstoff	8,10,11	8,10,11	8,10,11	10,11	10,11	10,11	8,9
Metall	1,2,10,11,13	1,2,10,11,13	1,2,10,11,13	1,2,6,7,10,11,12	10,11	1,2,6,7,10,11,12	1,8,9
Sand etc.	8,9	8,9	8,9	1,3,4,8,9	8,9	1,8,9	8,9

1 = Alleskleber (UHU), 2 = Kontaktkleber (Pattex), 3 = Plastikkleber, 4 = Flüssigkleber, 5 = Verdünnung (Tangit),
6 = Sekundenkleber (dick), 7 = Sekundenkleber (flüssig), 8 = Weißleim (Ponal), 9 = Haft-/ Tiefgrund, 10 = Acrylkleber,
11 = Silikonkleber, 12 = Zweikomponentenkleber, 13 = Heißkleber

kundenkleber sind nicht wasserfest; bei viel und über längere Zeit einwirkendem Wasser schwächeln auch viele als wasserfest beworbene Kleber. Heißklebeverbindungen sind lösbar, wenn sehr kleinflächig oder wenn man der Klebestelle Wärme zuführen kann und das Klebegut dies verträgt.

Bei Holzunterbauten wird gerne mit Weißleim geklebt und zusätzlich geschraubt. Ohne den Weißleim würden sich die Schrauben mit der Zeit gerne lockern; nach Aushärten des Leims

können die Schrauben wieder entfernt werden. Weißleim gehört zu den Holzleimen, die ganz verschiedene Klebstoffe zusammenfassen; dazu gehört auch der aus Magerquark und gelöschtem Kalk preiswert selber herstellbare Kaseinleim.

Lohnend ist die Anschaffung einer Heißklebepistole. Die Klebung ist einige Sekunden korrigierbar, falls vorher punkt- oder raupenförmig aufgetragen, und nach einer Minute oder weniger reicht die Festigkeit oft schon aus, um

die zu verklebenden Teile nicht (mehr) fixieren zu müssen. Damit lassen sich auch prima Hölzer untereinander und mit anderen Materialien mit guter Endfestigkeit, die schon nach wenigen Minuten erreicht wird, kleben. Sehr großflächige Verklebungen gelingen so aber nicht.

„Toter“ Sekundenkleber, der ewig zum Aushärten braucht, lässt sich noch prima zum Verkleben von Papier und Pappe nutzen; die Verbindung ist schon nach wenigen Sekunden fest. Vor allem Papier gewinnt dadurch auch an Festigkeit.

Das auf Schießbaumwolle basierende „Uhu hart“ eignet sich für viele Materialien. Man trägt den Kleber auf beide Oberflächen auf und wartet, bis sich der Kleber trocken anfühlt. Nach erneutem Auftrag auf eine Oberfläche und Zusammenfügen ist die Klebestelle sofort belastbar. Nach 24 Stunden ist eine hohe Endfestigkeit erreicht. Der moderne „Uhu Alleskleber Kraft transparent“ lässt sich konventionell und als Kontaktkleber einsetzen, soll auch unter Wasser verarbeitbar sein, klebt PVC und erreicht hohe Endfestigkeiten.

Mit Kraftklammern fixierte Blechteile können mit dünnflüssigem Sekundenkleber auch im fixierten Zustand verklebt werden.



Hilfsmittel zum Halten wie Wäsche- und Haarklammern, Kreuzpinzetten oder Feilkloben sind ebenso wichtig, wie spezielle Zangen zum Greifen oder Schneiden, Querloch- oder Kegelsenker, Stiftenkloben für Bohrer unter 1 mm oder darüber. Gewindebohrer und -lehren, Fräser und Abzieher dürfen gleichfalls nicht fehlen.



Vorrichtungen, Hilfsmittel, Tools

Nützliche Helferlein

Wer viel bastelt und ambitionierten Modellbau betreibt, wird gelegentlich vor der Situation stehen, dass auch der Inhalt einer gut gefüllten Werkzeugkiste nicht weiterhilft. Dann sind kreative Lösungen gefragt, kleine, aber wichtige Hilfsmittel oder ein ganz spezielles Werkzeug. Eine Übersicht über wichtige „Helferlein“ aus der Sicht des Modellbauers.

Ohne sie ist Modellbau nicht möglich: all die kleinen, speziellen Halterungen, Hebel und Vorrichtungen, die uns mal die dritte Hand ersetzen, vorsichtig den Körner halten oder viele glühend heiße Teile beim Lötens zusammenhalten, bis das Lot erstarrt ist. Klemmen und Klammern aus Kunststoff etwa, wie sie in vielen verschiedenen Ausführungen erhältlich sind, haben wir schon im ersten Kapitel dieser Broschüre betrachtet. Und auch über Schraubzwingen brauchen wir nicht viele Worte zu verlieren.

Während des Fahrzeug- oder Gebäudbaus kommt es häufig vor, dass einzelne Teile oder ganze Baugruppen eine Zeit lang bewegungslos gehalten werden müssen, z.B. beim Lackieren oder Kleben. Noch vor den erwähnten Haltewerkzeugen tut es manchmal eine ganz banale Holzwäscheklammer. Sie ist billig, man kann sie für viele Zwecke zuschneiden und verlängern oder zur Vergrößerung der Auflagefläche mit Platten bekleben. Zum Halten von Bauteilen beim Spritzen bewähren sich Arterienklemmen. Sie sind aufgebaut wie

Scheren, die anstelle der Schneiden Spannbacken und eine Raste zum Feststellen haben. Sie sind im gut sortierten Werkzeughandel oder im einschlägigen Fachhandel erhältlich.

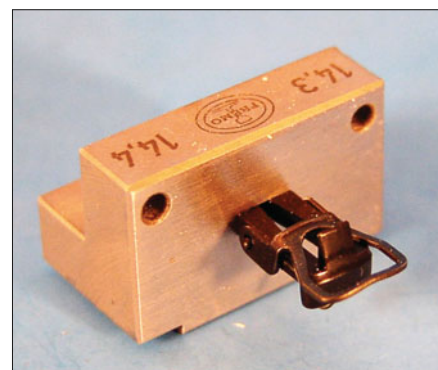
Klemmvorrichtung zum Räderabdrehen

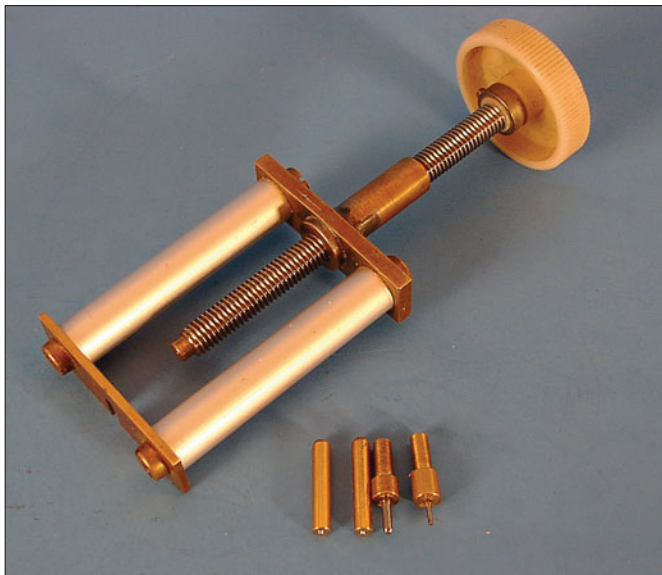
Ein sinnvolles Hilfsmittel für das Abdrehen von Rädern mit Kunststoffradsternen auf der Drehmaschine (siehe hierzu das Kapitel ab S. 60) besteht aus zwei speziell der Radgeometrie angepassten Druckstücken. Ein Druckstück wird hierbei mit einer stirnseitigen Zentrierbohrung versehen, in die später die mitlaufende Spitze hineindrückt. Das andere Druckstück wird zweckmäßigerweise danach im Dreibleckenfutter gedreht und erst nach Ende der Dreharbeiten an den Rädern entnommen. In dieses Druckstück wird mittig eine Bohrung im Achsdurchmesser der Räder eingebracht, in der die Räder auf der Achse des Radsatzes oder einer Hilfswelle gleichen Durchmessers zum Abdrehen zentriert werden. Durch die Hinterdrehungen der Druckstücke wird nur auf den metallenen Radreifen ge-



Mit dem Feilkloben lassen sich gut Messingfeinsusteile halten, um sie von ihrem Anguss abzusägen. Foto: gp

Die Fremo-Lehre erlaubt das Überprüfen von Radsatzinnenmaß und Kuppelungshöhe (rechts).





Großer Eigenbauabzieher für Räder, rechts unten Wechseleinsätze mit verschiedenen Spitzen.

Rechts ein Abzieher auf einem Motorritzel, der Abstand zwischen Motorritzel und Lagerschild beträgt nur wenige Zehntelmillimeter.



spannt, die empfindlichen Kunststoffradsterne werden nicht mit den Kräften beim Abdrehen beaufschlagt und bleiben somit unbeschädigt.

Abziehvorrichtung

Für die Montage und Demontage von Rädern und Zahnrädern mit Presspassung ist der Abzieher unerlässlich. Wer versucht, das mit Schraubstock und Schraubenzieher zu erledigen, gefährdet die Räder und seine Finger. Abzieher kann man in unterschiedlichen Variationen kaufen oder natürlich aus Messing oder Aluprofil selber bauen.

Modullehre

Für den Bau von Getrieben ist es unerlässlich, den Modul der Zahnräder und Schnecken zu kennen. Dies lässt sich durch Messen des Durchmessers, Zählen der Zähne und ein wenig Mathematik ermitteln – oder einfacher durch Anlegen einer Modullehre. Ein solch nützliches Werkzeug ist meist aus dünnem Blech gefertigt und für wenig Geld zu bekommen.

Stiftkloben

Zum händischen Bohren von Löchern mit sehr kleinen Durchmessern ist es notwendig, den Bohrer in einen entsprechenden Halter, den Stiftkloben, zu spannen. Gute Stiftkloben zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen 0,3-mm-Bohrer noch fest spannen. Bei billigen Ausführungen werden die Bohrer meist außermittig und auch erst ab 1 mm sicher gespannt. Hier zahlt es sich aus, ein wenig mehr zu investieren.

Reibahlen

Bohrungen für spezielle Anwendungen wie Presspassungen in Lok- und Zahnräder, die fest auf einer Achse sitzen müssen, lassen sich mit Bohrern aus den normalen Sortimenten nicht herstellen. Ein mit einem 2-mm-Bohrer gebohrtes Loch ist immer etwas größer als 2 mm und wird keinen festen Sitz für Räder bieten. Hierfür muss das Loch einige Hundertstelmillimeter kleiner sein und ist nur mit einer entsprechenden Reibahle herzustellen. Das Loch wird also ein bis zwei Zehntelmillimeter kleiner vorgebohrt und danach mit der Reibahle auf das gewünschte Maß aufgerieben. Gute Reibahlen sind nicht billig, man muss sich aber nur jene für häufig benötigte Wellendurchmesser zulegen.

Eine besondere Ausführung sind konische Reibahlen. Mit ihnen lassen sich in dünnen Werkstücken Bohrungen mit nahezu jedem Durchmesser herstellen. Hierbei wird mit der fünfkantigen Reibahle ein Loch, das kleiner gebohrt werden muss als der Enddurchmesser, langsam erweitert. Ein Loch mit einem Durchmesser von 1,65 mm entsteht, indem ein 1,5-mm-Loch gebohrt wird und es dann auf das entsprechende Maß aufreibt.

Das funktioniert umso besser, je dünner das Werkstück ist. Bei dickeren Werkstücken ist das Loch konisch, also leicht keilförmig. Aus diesem Grund ist mit einer konischen Reibahle keine echte Presspassung herstellbar. Zum Aufweiten von Löchern, etwa für Gussteile, deren Anguss dicker als gewünscht ist, sind sie aber hervorragend geeignet.

Feilkloben

Zum Einspannen von Bauteilen dient gemeinhin ein Schraubstock. Was aber, wenn die zu spannenden Teile immer kleiner werden? Irgendwann ist auch der kleinste Schraubstock zu groß. Zum Spannen solcher Teile eignen sich Feilkloben. Das sind Minischaubstöcke mit Backenbreiten von 20 mm abwärts. Anstelle der üblichen Tischmontage verfügen sie über einen meist hohl gebohrten Handgriff, der sich natürlich auch in jeden normalen Schraubstock einspannen lässt. Feilkloben sind mit glatten oder gerieften Backen erhältlich. Da im Fahrzeugmodellbau überwiegend weiche Materialien wie Kunststoff, Weißmetall, Messing und Zinkdruckguss zur Anwendung kommen, sind die glatten Backen den gerieften vorzuziehen.

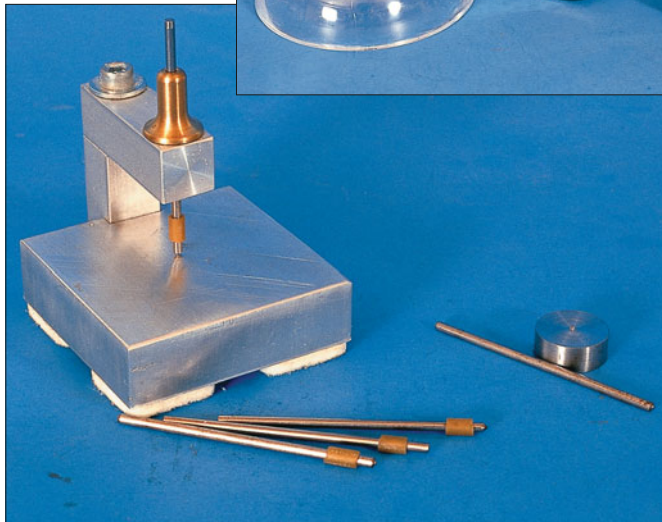
Nietwerkzeug

Zum Vernieten von Steuerungsteilen bei Dampflokmodellen ist ein einfaches Nietwerkzeug unerlässlich. Bemo legt löblicherweise seinen Bausätzen ein brauchbares Werkzeug bei. Anderenfalls sind aber auch mit einem Eigenbau aus Messing oder Aluprofilen durchaus brauchbare Ergebnisse zu erzielen. Hierfür habe ich als Grundplatte ein Alu-Klötzchen mit einem „Galgen“ aus Aluprofil versehen, in dem ein Messingdrehteil mit einer 2-mm-Bohrung Nietwerkzeuge aus 2-mm-Federstahldraht aufnimmt und senkrecht zur Grundplatte führt. Für diese Vorrichtung habe ich mir auch Werkzeuge zum Nietenprägen, Stauchen und Aufspreizen hergestellt.

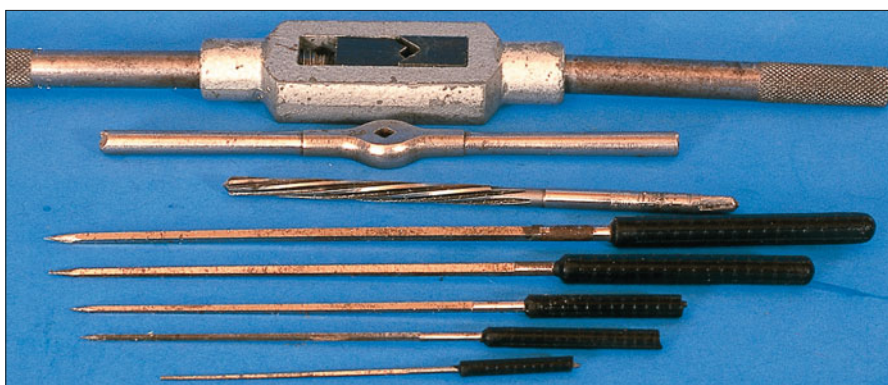
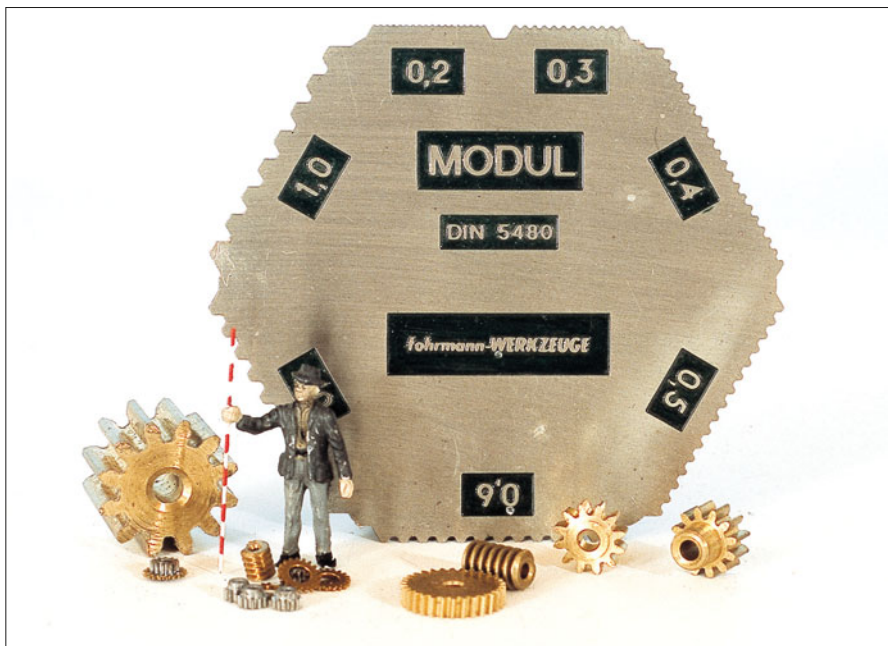
Aufsetzlupe und Lu-
penbrille bewähren
sich beim Hantieren
mit feinsten Werk-
zeugen und Bautei-
len – unabhängig
von der Baugröße.



Eigenbau-Nietvor-
richtung mit ver-
schiedensten Niet-
werkzeugen (links)



Unten eine Modul-
lehre von Fohrmann
mit Zahnrädern



Presspassungen lassen sich mithilfe von Reibahlen (unten im Bild) auf Maß bringen.

Lupe und Brille

Das Zusammensetzen kleiner Teile er-
fordert immer einen hellen und gut aus-
geleuchteten Arbeitsplatz. Dennoch ist
die Montage kleiner und kleinster Teile
ein kniffliges Unterfangen, bei dem
man sich eine dritte Hand zum Halten
oder feinere Finger wünscht – natürlich
vergeblich. Ein erfüllbarer Wunsch und
einfach machbar ist die optische Vergrö-
ßerung der Bauteile mittels einer Lupe.
Lupen sind in unterschiedlichen Varian-
ten erhältlich, von denen die meisten für
unsere Zwecke wenig hilfreich sind,
denn eine Lupe mit Griff benötigt eine
Hand zum Halten.

Ideal sind Arbeitslupen mit einem
Stativ und einer blendfreien zusätz-
lichen Beleuchtung der Arbeitsfläche.
Leider sind sie recht kostspielig. Auch
eine Lupe ist ein geeignetes
Hilfsmittel, winzige Teilchen größer er-
scheinen zu lassen als sie sind. Gute
Lupenbrillen oder auch Aufstecklupen
für Lesebrillen gibt es beim Optiker zu
annehmbaren Preisen.

Schaber

In vielen Bauberichten liest man, dass
an den Bauteilen befindliche Grate mit
dem Bastelmesser abgeschabt werden
müssen. Wenn es mit dem Bastelmes-
ser geht, wozu dann ein spezielles
Werkzeug?

Der Winkel der Messerklinge ist sehr
klein um gut schaben zu können. Damit
das Messer den Grat abschabt und
nicht einschneidet, muss die Klinge
sehr steil gehalten werden. Dadurch
sind Rattermarken vorprogrammiert
und die Klinge wird sehr schnell
stumpf. Der Winkel eines Schabers ist
wesentlich größer und liegt zwischen
60° und 90°. Die stabilen Klingen
schneiden das Material gut und können
dadurch flacher angesetzt werden; Rat-
termarken sind so nicht zu befürchten.

Zwei verschiedene Arten von Scha-
bern sind gebräuchlich, Flatschaber
und Dreikantschaber. Flatschaber
werden in der Regel zur Bearbeitung
von Gleitflächen bei Werkzeugmaschi-
nen verwendet und sind für unsere
Zwecke weniger brauchbar als der
Dreikantschaber. Dieser hat, wie der
Name schon erahnen lässt, drei Schnei-
den von jeweils 60°. Für unsere Vorha-
ben ist der kleinste Schaber der beste.
Meinen habe ich mir aus einer alten
Dreikantfeile an einem Schleifbock sel-
ber hergestellt.

Ein Hauch von weiter Welt...

NEU!
€12,-



... der Duft von Gewürzen und Berge von Rohstoffen: Häfen sind nicht nur bedeutende Umschlagplätze für Waren aller Art, sie üben auch auf die meisten Außenstehenden eine besondere Faszination aus. Die Eisenbahn spielt bis heute eine wichtige Rolle im Hafenbetrieb. Sie übernimmt die Anlieferung und den Weitertransport eines Großteils der Waren und Rohstoffe ins Hinterland. Dem Modellbahner ermöglicht eine Hafenanlage reichlich Rangierverkehr mit unterschiedlichsten Lokomotiven und Wagen. Auch modellbauerisch sind Häfen eine Herausforderung: Verschiedenste Kräne und Schuppen prägen das Hafengelände und das Wasser sowie die Schiffe dürfen natürlich nicht fehlen. Die Modellbahnschule 32 zeigt, wie ein interessanter Hafen entsteht.

100 Seiten, Format 225 x 300 cm, Klebebindung,
rund 200 Abbildungen und Skizzen
Best.-Nr. 920032 • € 12,-



Die klassischen Zwingen für den Anlagenbau sind die Schraubzwinde aus Metall sowie die Klemmzwinde aus Holz, speziell für den Holzbau. Sie ist durch die Anpressflächen aus Kork werkstoffschonender.



Festhalten und Zusammenpressen

Halten, Zwingen, Klemmen

Der wichtigste und vielseitigste Werkstoff beim Anlagenbau ist Holz – trotz mancher „moderner“ Materialien wird sich daran in Zukunft kaum etwas ändern. Dementsprechend häufig hat der Modellbahner mit der Verarbeitung von Holz zu tun – und mit einer Reihe spezieller Werkzeuge die hierbei hilfreich sind.

Oft sind es nur zwei Werkstücke aus Holz, die wir halten oder aneinander pressen wollen, um sie zu bearbeiten oder zu verbinden. Von der kleinen Haarklammer bis zum schweren Schraubstock gibt es die verschiedensten Vorrichtungen – je nach Größe des Werkstücks und Einsatzzweck. Grundsätzlich sind hier zunächst Methoden und Ziele zu unterscheiden:

- Das Festspannen eines Werkstücks um es zu bearbeiten.
- Das Zusammenfügen von zwei Bauteilen um sie zu verbinden (zum Beispiel zu verleimen oder zu verschrauben).

Die Werkzeuge, die hierbei zum Einsatz kommen können, können durchaus dieselben sein. Mit einer Schraub-

zwinde lassen sich zwei Bretter zusammenpressen, um die Klebeflächen bis zum Aushärten zu fixieren. Man kann aber auch ein Brett mit einer Schraubzwinde auf der Werkbank festzwingen, um es abzusägen oder sonstwie zu bearbeiten. Oft ist vielmehr die Art und Größe des bzw. der Werkstücke entscheidend dafür, welche der Spannvorrichtungen am sinnvollsten einzusetzen ist. Von der Wirkungsweise kann man die Zwingen in zwei Gruppen einteilen: solche mit Federn und solche mit Schrauben.

Die Zwingen, die ihren Anpressdruck über eine Feder ausüben, sind im Aufbau etwas einfacher und damit billiger. Sie haben aber den Nachteil, dass sich der Anpressdruck nicht dosieren lässt.

Die Schraubzwingen sind in der Konstruktion aufwändiger, ihr Anpressdruck kann aber dosiert werden. Ein Sonderfall sind die hölzernen Klemmzwingen, zu denen wir später kommen.

Zwingen und Klemmen für kleinere Basteleien haben wir bereits im ersten Kapitel behandelt. In ihren größeren Ausführungen gehören die Schraubzwingen zu den ganz klassischen Werkzeugen beim Anlagenbau. Ihre Anpresskraft lässt sich an die Erfordernisse der Werkstücke anpassen. Sie bestehen meist komplett aus Metall und sind auch bis zu einer Spannweite von einem Meter erhältlich. Mit diesen großen Zwingen kann man dann auch schon mal einen kompletten Modulkasten zusammenhalten!

Manche Schraubzwingen haben Abdeckungen an den Backen, damit sie sich bei hohem Pressdruck nicht in weiche Werkstücke eindrücken. Und Holz ist oft recht weich, zum Beispiel bei den üblichen Kieferprofilen oder -brettern, die im Anlagenbau verwendet werden! Falls diese Abdeckungen nicht vorhanden sind, empfiehlt es sich, kleine Sperrholzplättchen zwischen Zwinde und Werkstück zu legen, damit im Holz keine unschönen Abdrücke zurückbleiben.

Ein paar Schraubzwingen sollten in jeder Anlagenbau-Werkstatt vorhanden sein – nicht selten braucht es sogar mehrere Exemplare derselben Größe,

wenn man größere Teile verzwingen will. Problematisch an Schraubzwingen: Oft braucht man drei Hände zu ihrer Bedienung – eine zum Fixieren der beiden zu zwingenden Werkstücke, eine weitere zum Ansetzen der Zwinde und eine dritte zum Festschrauben.

Findige Ingenieure haben daher kürzlich die Einhandzwinde erfunden: Bei ihr wird der Anpressdruck durch einen lösbaren Ratschenmechanismus aufgebaut. So lässt sich die Zwinde mit nur einer Hand ansetzen und festspannen. Zum Lösen des Klemmmechanismus gibt es einen Hebel, der die Klemmung wieder freigibt. Mit den Einhandzwingen kann man zwar nicht so hohe Presskräfte erreichen wie mit den konventionellen Schraubzwingen, aber dafür lässt sich mit ihnen sehr flott arbeiten.

Eine andere Klemmsorte, die im Anlagen- und Modulbau recht sinnvoll einsetzbar ist, sind Klemmzwingen, wie sie beispielsweise von Klemsia angeboten werden. Bei diesen bestehen die Klemmbacken aus Holz und lediglich der Bügel aus Metall. Sie sind in der Regel in Größen von 20 cm Spannweite bis etwa 90 cm erhältlich. Verspannt werden die Backen gegeneinander mithilfe eines Exzenters, der sich in einer Backe befindet.

Die Handhabung ist denkbar einfach: Die Klemmzwinde wird an das Werkstück angelegt, die bewegliche Klemmzange wird an das Werkstück gedrückt und der auf den Exzenter wirkende Hebel wird umgelegt. Korkauflagen an den Anpressstellen verhindern unschöne Druckstellen, wodurch die Klemmzwingen bestens für Holz geeignet sind. Metallfederzwingen gibt es auch in großer und schwerer Ausführung. Sie bewähren sich vor allem beim Verleimen von Holzteilen. Mit ihnen lässt sich flott arbeiten, allerdings kann ihr Anpressdruck nicht reguliert werden.

Abschließend noch der Hinweis auf eine einfache Lösung: Seil- oder Bandspanner. Bei Seilen sollte man, um die Werkstücke zu schonen, an den Ecken L-förmige Kantenschoner anbringen, die das Seil führen und das Werkstück schützen. In relativ leichter Ausführung sind entsprechende Spannvorrichtungen mit Eckelementen im Baumarkt erhältlich. Dort gibt es auch verschiedenste Ausführungen von Spannern, bei denen – in der Regel durch einen Ratschenmechanismus – ein Band so gespannt werden kann, dass es Werkstücke sauber zusammenpresst.



Mit Einhandzwingen lässt sich das Problem der fehlenden „dritten Hand“ lösen, das vielen Heimwerkern und Bastlern bekannt sein dürfte. Trotzdem lässt sich die Anpresskraft dosieren – anders als bei der einfachen Metallfederzwinde (links).



Für das Zusammenzwingen eines Rahmens eignen sich besonders die Seil- oder Bandverspannung. Je nach zu verspannendem Bauteil werden verschiedene Vorrichtungen angeboten, hier mit Unterstützung durch einen Ratschenmechanismus

Die Gehrungssäge hat das gleiche Sägeblatt wie eine Feinsäge; sie ist jedoch in eine Halterung eingespannt, mit dem man alle Winkel in 5°-Stufen einstellen kann.



Kleine Bügelsäge oder Fuchsschwanz, elektrische Stichsäge oder stationäre Kreissäge: Wenns ums Zertrennen von Holzteilen geht, steht der Bastler vor der Qual der Wahl. Eines gilt jedoch immer: Eine Säge muss scharf sein! Stumpfe Sägen verursachen unsaubere Schnitte und Verdruss beim Bastler, denn das Sägen mit einer stumpfen Säge ist ein eher mühseliges Unterfangen ...

Handsägen

Wer glaubt, durch die inzwischen preiswerten elektrischen Sägen seien Handsägen entbehrlich, der irrt sich. Es gibt noch viele Anwendungsbereiche, in denen man besser eine Handsäge einsetzt, weil man mit ihr genauer und zügiger arbeiten kann.

Um einen sauberen Sägeschnitt zu erhalten, sind einige Regeln zu beachten:

- Die Säge möglichst in einem sehr flachen Winkel zum Werkstück ansetzen, sodass möglichst viele Zähne im Eingriff sind.
- In gleichmäßigen, ruhigen Zügen sägen und dabei so weit wie möglich die gesamte Sägeblattlänge ausnutzen.

Für viele Handsägen gibt es unterschiedliche Sägeblätter. Mit groben Sägeblättern kann man sehr schnell sägen – entsprechend grob wird aber auch der Sägeschnitt. Je feiner das Sägeblatt, desto feiner auch der Schnitt. Die größte Säge im Modellbau ist si-

Per Hand oder elektrisch

Holz sägen

Ein paar Bretter oder Leisten zersägen? Das ist wohl kein großes Kunststück – vorausgesetzt man achtet auf einige grundlegende Hinweise und die Qualität seiner Arbeitsmittel.

cher der bekannte Fuchsschwanz. Er hat ein dickes und damit stabiles Blatt, das nicht durch einen Bügel oder Ähnliches gespannt werden muss. Er eignet sich, um Holz schnell zu zerteilen oder Holzleisten grob abzulängen.

Eine Stufe feiner arbeitet die Rücken- oder Feinsäge. Mit ihr lassen sich sehr gut Leisten ablängen. Passend gibt es so genannte Gehrungsladen, in denen die Säge geführt wird um winklige Schnitte ausführen zu können. Mit einer Gehrungslade lassen sich Schnitte im 45°- und 90°-Winkel ausführen. Die Gehrungslade sollte mit Schraubzwingen an der Werkbank befestigt werden, damit man mit der einen Hand die Säge führen und mit der anderen Hand das zu sägende Werkstück halten kann.

Um beliebige Schnittwinkel herzustellen, gibt es die Gehrungssäge. Hier wird das Sägeblatt in einem Gestell geführt. Das Sägeblatt kann man um eine vertikale Achse drehen und in 5°-Schritten feststellen. Das zu sägende Werkstück (z.B. eine Holzleiste) wird in einer integrierten Vorrichtung eingespannt.

Das gesamte Gebilde sollte mit Schraubzwingen auf der Werkbank festgespannt werden.

Elektrosägen

Die verbreitetsten Elektrosägen im Modellbahnbereich sind die Stichsäge und die Kreissäge. Die Kreissäge ist dabei für alles zuständig, was gerade sein soll. Mit der Stichsäge kann man je nach eingesetztem Sägeblatt mehr oder weniger kurvige Schnitte durchführen. Die Kreissäge ist wegen ihres kräftigen Motors und seiner hohen Drehzahlen ideal für Schnitte durch etwas stärkere Holzplatten. Vielseitig einsetzbar ist die Handkreissäge. Hier wird das Werkstück eingespannt und die Säge über das Werkstück geführt. Für viele Handkreissägen werden aber auch kleine Sägetische angeboten, sodass sie zu Tischkreissägen mutieren können.

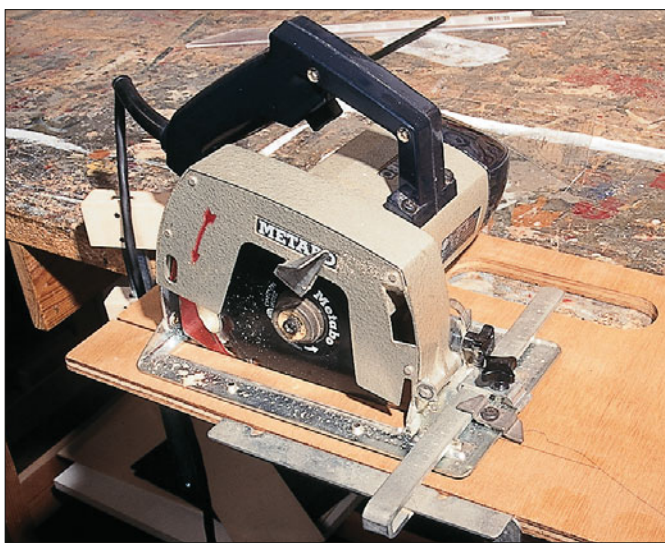
Für uns Modellbahner interessant sind so genannte Pendelhaubensägen. Hier befindet sich das Sägeblatt im Ruhezustand in einer Haube, die dann



Für das Sägen von Holzleisten ist die Feinsäge ideal. Die Gehrungslade ermöglicht senkrechte Schnitte im 45- und 90-Grad-Winkel.



Ein Multitalent beim Anlagenbau ist die Stichsäge, vor allem in Verbindung mit einem kleinen Sägetisch.



Ein Spezialist für kreisrunde Löcher ist die Lochsäge mit kreisrund gebogenen Sägeblättern. Eingespant wird die Lochsäge in eine Bohrmaschine.

Gerade Schnitte durch Holzplatten erzeugt eine Kreissäge. Für den Anlagenbau besonders nützlich und vielseitig ist die Handkreissäge.

durch das Werkstück zurückgeschoben wird. Dieser Sägeblattschutz klappt nach dem Sägevorgang durch eine Feder wieder zurück und schützt so die Finger des Bastlers. Beim Kauf einer Säge ist unbedingt darauf zu achten, dass sich dieser Sägeblattschutz leicht und ruckfrei zurückdrücken lässt, denn nur so ist ein sauberer Schnitt ohne Verkantungen möglich.

Entscheidend für ein sauberes Ergebnis sind die Sägeblätter, welche es für viele Zwecke gibt. Man sollte durchaus etwas tiefer in die Tasche greifen und sich Hartmetallblätter (HM) „gönnen“. Sie bleiben deutlich länger scharf als Chromvanadiumblätter (CV). Die Anzahl der Zähne und ihre Verschränkung richtet sich nach dem zu sägenden Material. Für die im Modellbahnbereich am häufigsten verwendeten Holzplatten und Leisten eignet ein sich relativ feines Hartmetallblatt am besten.

Die Schnitttiefe kann bei den Kreissägen eingestellt werden. Damit die Zähne im richtigen Winkel ins Material „eintauchen“, sollte dies auch sorgfältig

getan werden. Nur so wird der Schnitt sauber. Optimal sind etwa 5 bis 10 mm über die Materialstärke hinaus.

Das Multitalent für den Modellbahner schlechthin ist die Stichsäge. Man unterscheidet bei ihnen zwischen Pendelhubsägen und solchen ohne Pendelhub. Bei den Pendelhubsägen wird die Hubbewegung des Sägeblattes mit einer pendelnden Bewegung überlagert. Das führt zu einer erheblich höheren Sägeleistung – leider aber zu Lasten der Sauberkeit des Sägeschnittes. Stellt man den Pendelhub auf die kleinste Stufe, wird der Sägeschnitt schon recht sauber und der Pendelhub entfaltet trotzdem seine Wirkung.

Im Handel wird eine fast unübersehbare Zahl von verschiedenen Sägeblättern für Stichsägen angeboten. Sie unterscheiden sich in der Richtung der Zähne (je nachdem ob man ein Werkstück von vorne oder hinten bearbeitet), in der Größe und Anzahl der Zähne (feiner und damit langsamer Schnitt oder grober und damit schneller Schnitt), in der Länge des Sägeblattes

und vielem anderen mehr. Erwähnenswert sind noch die Sägeblätter die beidseitig mit Zähnen ausgerüstet sind. Sie sind speziell für das Sägen enger Bögen gedacht, wo ein normales Sägeblatt an seine Grenzen kommt.

Ein sehr nützliches Zubehör für die Stichsäge ist der Stichsäge Tisch. Die Säge wird dabei so eingespannt, dass das Sägeblatt nach oben aus dem Säge Tisch herauschaut. So kann man sehr flott und flexibel die verschiedenen Werkstücke sägen, da man nicht jedes Teil wieder neu einspannen muss.

Der Spezialist: die Lochsäge

Mit ihr lassen sich kreisrunde Öffnungen in Platten schneiden bzw. sägen. Die Lochsäge besteht aus einem Teller, in den je nach gewünschtem Durchmesser kreisförmig gebogene Sägeblätter eingespannt werden. Dieser Teller sitzt auf einem Bohrer, der dann in eine normale Bohrmaschine eingespannt wird. Zentriert wird die Lochsäge durch einen Bohrer in der Mitte.

Für eine Dübelverbindung werden die ersten Zapfenlöcher mit einer schablonenähnlichen Hilfsvorrichtung mittig und senkrecht in das Stirnholz gebohrt.



Holzteile richtig verbinden

Dübeln und Schrauben

Wer Holzteile mechanisch miteinander verbinden will, also ohne oder zumindest nicht nur mit Leimeinsatz, muss zunächst entscheiden, ob die Verbindung dauerhaft oder wieder lösbar sein soll. Die Verbindungsmöglichkeiten mit Leim, Dübeln und Schrauben können dabei miteinander kombiniert werden.

Die Dübelverbindung ist eine der klassischen Verbindungsarten aus dem Möbelbau. Sie kommt zur Anwendung, wenn die Verbindung von außen nicht erkennbar (wie etwa eine Schraubverbindung), aber dennoch formschlüssig sein soll. Die Kraftübertragung vom einem zum anderen Teil übernimmt dabei der Holzdübel, ein kleiner Holzstab mit einem Durchmesser von 4 bis 8 mm je nach erforderlicher Stabilität und einer Länge von etwa 2 cm. Die Oberfläche des Dübels ist in der Regel längsgeriffelt, damit er sich besser ins Holz drücken kann.

Gut gedübelt

Eine passgenaue und stabile Dübelverbindung herzustellen ist nicht so einfach, wie man zunächst vermuten soll-

te. Wir zeigen beispielhaft die Verbindung von zwei Sperrholzplatten im rechten Winkel. Kurz gesagt, wird in beide Teile ein senkrecht Loch gebohrt, in eines der beiden Löcher wird der Dübel eingesetzt und das andere Teil wird darauf aufgesteckt. Die Löcher müssen natürlich senkrecht zur Verbindungsfläche sein, dürfen eine bestimmte Tiefe nicht überschreiten und müssen in beiden Teilen genau deckungsgleich gebohrt werden. Um die gewünschte Bohrlochtiefe einzuhalten, kann man einen Bohrständer verwenden. Darüber hinaus werden auf dem Markt zahlreiche Hilfsmittel angeboten, die sehr nützlich sind, wie zum Beispiel ein auf die Bohrmaschine aufschraubbarer Tiefenanschlag.

Eine Dübelverbindung besteht in der Regel immer aus zwei Dübeln – wegen

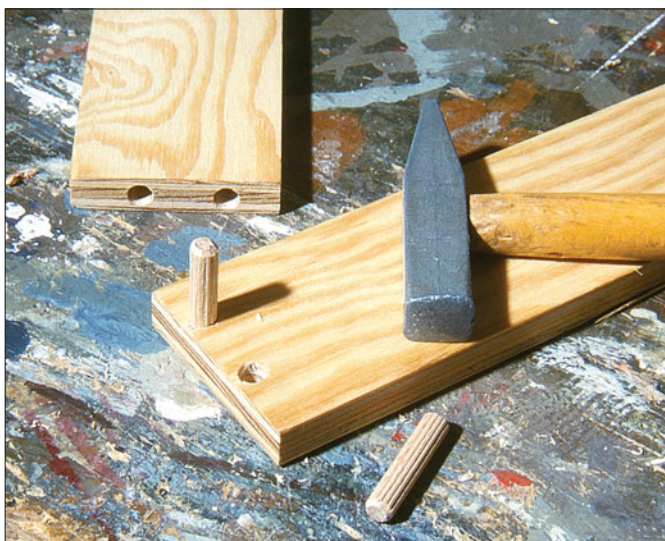
der Verdrehsicherheit. Die Löcher für jene Dübel werden als Erstes in die Stirnfläche des einen Brettes gebohrt. Hierzu bietet Proxxon ein Gerät an, das den Bohrer führt und ein hinreichend senkrecht Loch erzeugt. Das Gerät wird ähnlich wie ein Schraubstock auf das Werkstück aufgesetzt und so weit auf der Stirnfläche verschoben, bis die richtige Bohrlochführung entsprechend dem gewählten Dübeldurchmesser an der Stelle sitzt, wo wir das Loch in die Stirnfläche bohren wollen. Dann wird es festgespannt. Beim Bohren durch diese „Schablone“ sollte man dennoch die Bohrmaschine möglichst senkrecht ausrichten, damit Bohrer und Bohrlochführung nicht allzu sehr beansprucht werden. Weitere Dübelöffnungen entstehen auf dieselbe Art und Weise.

Die korrespondierenden Löcher in das gegenüberliegende Teil bohrt man am besten mithilfe eines Bohrständers. Aber wo exakt kommen die Löcher hin? Messen und markieren ist zu ungenau – das wird bestimmt nichts. Dafür gibt es einen kleinen, aber wirkungsvollen Trick: Markierungspins. Man steckt sie in die bereits gebohrten Löcher der Stirnfläche, setzt das gegenüberliegende Teil dann in der gewünschten Lage auf, richtet es entsprechend aus und drückt es dann kräftig an. Der sich dabei ergebende Abdruck des Pindorns markiert genau die Stelle, wo die Dübellöcher zu bohren sind.

Dabei ist es wichtig, den Tiefen-



Zunächst werden kleine Markierungspins in die Bohrungen gesetzt. Die Spitzen der Pins drücken sich in das Gegenstück – auf diese Weise erhält man eine genaue Markierung für die Dübellöcher.



Nun werden die Dübel in das zuletzt gebohrte Holzteil eingesetzt oder vorsichtig eingeschlagen. Das andere Holzteil wird dann mit den Löchern auf die Dübel aufgesetzt und kräftig aufgedrückt.

schlag des Bohrständers richtig einzustellen, damit man das Werkstück nicht durchbohrt. Es sollte bis maximal zwei Drittel der Materialstärke gebohrt werden. Wenn alle Löcher gebohrt sind, können die Teile zur Probe zusammengesteckt werden. Nun werden die Dübel in die zuletzt gebohrten Löcher gedrückt oder mit einem kleinen Hammer eingeschlagen. Das zweite Holzteil wird dann einfach draufgesteckt und fertig ist die Verbindung. Um die Verbindung dauerhaft zu fixieren, werden die beiden Teile aber noch miteinander verklebt.

Holzschrauben

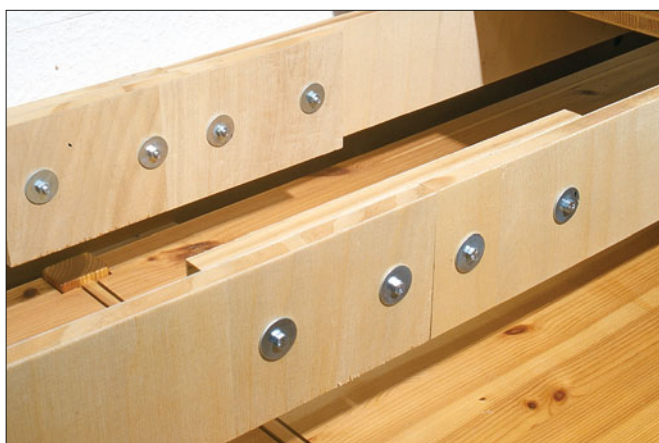
Eine ähnliche Wirkung wie Dübelverbindungen erzielen Holzschrauben – nur weniger elegant, denn die Schrau-

benköpfe sieht man von außen (solange sie nicht versenkt und verspachtelt werden). In der Regel ist das beim Anlagenbau aber kein Problem. Größter Vorteil: Eine Schraubverbindung bleibt lösbar. Bei Holzschrauben gibt es zunächst die verschiedensten Kopfformen und „Schraubenantriebe“ (siehe die Zeichnung auf der nächsten Seite). So nennt der Fachmann das, was der Laie als Schraubenschlitz bezeichnet. Für Holzschraubverbindungen sind Schnellbauschrauben (z.B. Spax) mit Senkkopf und Kreuzschlitz am verbreitetsten.

Aber Achtung: Kreuzschlitz ist nicht gleich Kreuzschlitz (siehe Zeichnung). Für jede Art werden besondere Schraubenzieher und Bits für den Elektro-schrauber angeboten. Man muss darauf achten, konsequent zueinander



An den mit den Pins markierten Stellen werden mithilfe eines Bohrständers die Löcher genau senkrecht gebohrt. Wichtig hierbei ist das Einstellen des Tiefenanschlages, da das Werkstück in diesem Fall nicht komplett durchgebohrt werden soll.



Wenn Holzteile sehr oft gelöst werden, wird die Verbindung am besten mit Maschinenschrauben hergestellt. Bei der Verwendung von Flügelmutter ist noch nicht einmal Werkzeug erforderlich ...

passende Schraubenköpfe und Schraubendreher zu verwenden. Wer fortwährend die falschen Bits verwendet, demoliert den Schraubenkopf und ruiniert sein Werkzeug.

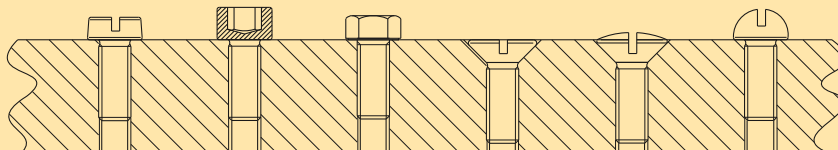
Holzschrauben gibt es mit durchgehendem Gewinde bis zum Schraubenkopf und mit einem glatten Schaft. Mit den Letzteren kann man sehr schnell gut verspannte Verbindungen herstellen und das funktioniert folgendermaßen: Um etwa zwei 16 mm starke Tischlerplatten rechtwinklig miteinander zu verbinden, spannt man die Teile zunächst so ein, dass sie in der gewünschten Lage fest zueinander stehen. Als Schrauben kommen hier am besten 4x40-mm-Schrauben mit glattem Schaft zum Einsatz. Damit das Holz nicht splittert, wird mit einem 2-mm-Bohrer etwa 3 cm tief vorgebohrt. Dann



Schrauben sind das „A und O“ in der Modellbau-Verbindungstechnik. Es gibt sie in unzähligen Formen und Größen sowie mit unterschiedlichen Kopfformen und Antrieben.

Schraubenköpfe nach DIN

Flachkopf Inbus Sechskant Senkkopf Linsensenkkopf Halbrundkopf



setzt man die Schraube an und dreht sie ein. Die Schraube greift dank ihres glatten Schafts am Kopf nur in das untere Werkstück, während das obere mit jeder Schraubenumdrehung fester an das untere herangezogen wird. Bei Schrauben mit durchgehendem Gewinde müsste man das obere Werkstück auf den Gewindedurchmesser, hier 4 mm aufbohren, damit das Gewinde nicht greift und beide Werkstücke zusammengezogen werden können.

Damit die Schraube auf jeden Fall komplett versenkt ist, also nicht über die Oberfläche des Werkstückes hinaussteht, kann man das vorgebohrte Loch mit einem speziellen Fräser (Ansenker) ansenken, der einfach in die Bohrmaschine eingespannt wird. Die damit erzeugte Vertiefung hat die Form des Kopfes einer Senkkopfschraube.

Maschinenschrauben

Für eine Verbindung, die häufig gelöst und in gleicher Weise wieder geschlossen oder verspannt wird, eignen sich

Holzschrauben nicht. Sie schneiden sich ja ins Holz, das dabei entstandene Gewinde wird bei mehrmaligem Hinein- und Hinausdrehen aufgeweitet und hält nicht mehr. Hierfür gibt es Maschinenschrauben, die nicht in das Holz selber greifen, sondern einfach durch die zu verschraubenden Teile gesteckt und auf der anderen Seite mit einer Mutter festgezogen werden.

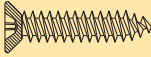
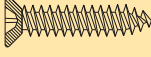
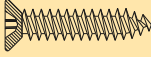
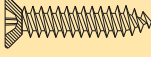
Die für den Modellbau interessanten Schrauben sind solche mit metrischem Gewinde, erkennbar am vorgestellten „M“ in Verbindung mit dem Außendurchmesser in Millimetern. M6 bezeichnet also eine Schraube mit einem metrischen Gewinde mit 6 mm Durchmesser. Wie bei den Holzschrauben unterscheidet man eine Maschinenschraube aber nicht nur im Gewinde, sondern auch im Schraubenkopf. Die für den Modellbauer interessanten Schraubenköpfe sind in der Zeichnung dargestellt.

Wichtig: Das Loch, durch das die Schraube gesteckt wird, muss genau so groß sein oder besser noch etwas grö-

Schrauben nach DIN

-   Sechskantschraube (DIN 931, 933)
-   Zylinderschraube mit Schlitz (DIN 84, 85)
-   Senkschraube mit Schlitz (DIN 963)
-   Senkschraube mit Kreuzschlitz (DIN 965)
-   Zylinderschrauben mit Innensechskant (DIN 912)

Schraubenantriebe nach DIN und Werksnormen

-   Kreuzschlitz nach DIN
-   Kreuzschlitz „Spax“
-   Supadrive
-   Pozidrive

ßer als der Durchmesser der Schraube. Eine Schraubverbindung hält ohnehin nur über den Anpressdruck, den die Schraube auf die beiden zu verbindenden Teile ausübt. Um ebendiesen Anpressdruck ausüben zu können, müssen besonders große Unterlegscheiben verwendet werden, damit die Zugkraft, die durch das Anziehen der Mutter in der Schraube erzeugt wird, über ebendiese Scheibe auf eine möglichst große Fläche verteilt wird. Verwendet man eine zu kleine Scheibe, drückt sie sich leicht in das Holz – und es besteht die Gefahr, dass sich die Verbindung lockert.

Für Verbindungen, die sehr oft gelöst werden sollen, lohnt sich der Einsatz von Maschinenschrauben mit Flügelmuttern. Der Anpressdruck reicht für den Modellbahnbereich völlig aus, die Verbindung lässt sich ohne Werkzeuge festziehen – und das buchstäblich im Handumdrehen. Vor allem bei sich häufig ändernden Modulaufbauten hat sich diese Verbindungsmethode bewährt.



Geradezu klassische Werkzeuge zur Holzbearbeitung sind Hobel und Stechbeitel, die beide mit Klingen in verschiedenen Breiten angeboten werden.

Hobeln, Stemmen, Raspeln, Schleifen

Nacharbeiten – nicht nur von Holz

Selten sehen Holzteile nach der ersten groben Bearbeitung mit Säge, Fräse oder Bohrmaschine schon optimal aus; oft sind auch noch kleinere Maßabweichungen zu beheben. Je nach Einsatzzweck stehen also mehr oder weniger umfangreiche Nacharbeiten an – ein knapper Überblick über Methoden und Werkzeuge.

Zu unterscheiden sind dabei das Nacharbeiten der Form wie etwa das Abrunden von Kanten, das Herstellen von Aussparungen, das „Dünnermachen“ von Holzleisten und andererseits das Nachbehandeln der Oberflächen. Sie können uneben, zu rau fürs Lackieren oder manchmal auch zu glatt sein. In jedem Fall wird durch die Oberflächenbehandlung Material abgetragen.

Hobeln

Für den Modellbahner kommt eigentlich nur ein Handhobel in Frage. Es gibt natürlich auch elektrische Handhobel und Hobelbänke – aber schließlich betreiben wir keine Schreinerei. Ein typischer Fall für den Hobel ist eine in einer oder zwei Dimensionen zu dicke Leiste. Man spannt sie ein und hobelt sie so lange ab, bis die gewünschte

Dicke erreicht ist. Wichtig ist, den Hobel so einzustellen, dass die Schneide nur ganz knapp aus dem Hobel heraussteht, damit man bei jedem Hobelvorgang nur ganz wenig Material abträgt. Ansonsten bleibt der Hobel möglicherweise im Holz stecken und die ganze schöne Oberfläche der Leiste ist dahin. Der Hobel wird in langen gleichmäßigen Zügen über das Werkstück geführt. Gleichmäßig Material abzutragen ist dabei gar nicht so einfach, da man insbesondere bei langen Werkstücken nicht in einem Zug arbeiten kann. Übung macht den Hobelmeister ...

Stemmen

Der Stechbeitel (wird auch als Stemmeisen bezeichnet) trägt ebenfalls schichtweise das Material ab. Das Abstemmen mit einem Stechbeitel ist immer dann gefragt, wenn nur auf einem

kurzen Abschnitt des Werkstückes etwas abzutragen ist – beispielsweise um zwei Leisten miteinander zu verzapfen. Dann wird mit einer Feinsäge die Leiste bis zur gewünschten Tiefe angesägt, jeweils an den Enden der Verzapfstelle. Das Holz dazwischen wird dann mit dem Stechbeitel ganz leicht ausgestemmt.

Gearbeitet wird dabei immer in Richtung der Holzmaserung. Wichtig: Immer mit der angeschliffenen Fläche auf das Werkstück aufsetzen. Sonst besteht die Gefahr, dass man zu tief in das Holz „eindringt“. Den Stechbeitel hält man am besten mit dem Griff in der linken Hand und sorgt mit einem Holzhammer in der rechten für den notwendigen „Vortrieb“.

Raspeln

Mit einer Raspel lässt sich ziemlich zügig Material abtragen, z.B. um eine Kante abzurunden oder eine kleine Vertiefung in eine Leiste oder den Plattenrand hineinzuarbeiten. Die „klassische“ Raspel ist – laienhaft ausgedrückt – nichts anderes als eine grobe Feile und wird auch so gehandhabt. Mit der rechten Hand hat man den Griff in der Hand und mit der linken die Spitze. So wird die Raspel über das Werkstück geführt und zwar immer von der Mitte des Werkstückes zum Rand. Die Raspel funktioniert nur in einer Richtung! Also muss die Feile nach jedem Hub wieder neu angesetzt werden. Da die Raspel auf der einen Seite gerade und auf der andern etwas gewölbt ist, lassen sich

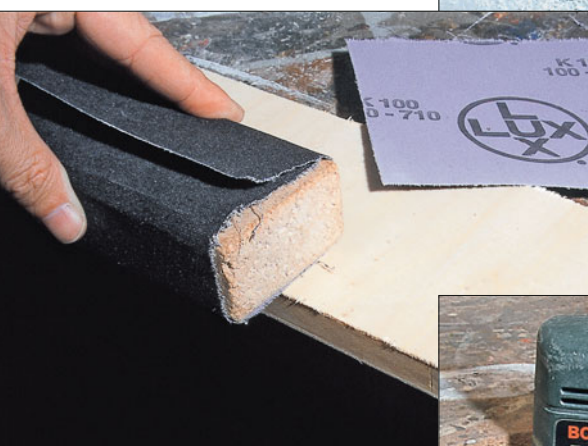


Ein sehr flexibles Werkzeug ist die Raspel. Mit ihr lässt sich Holz frei bearbeiten, um beispielsweise Vertiefungen oder Rundungen einzuarbeiten. Die Oberfläche ist danach jedoch noch sehr rau und muss gegebenenfalls weiter geglättet werden.

Eine andere Ausführung von Raspel eignet sich hervorragend für das flächenhafte Bearbeiten von Styrodur, beispielsweise im Landschaftsbau.



Links: Den letzten Schliff gibt das Schleifen – mühsam, aber präzise ist das Handschleifen ...



... deutlich einfacher geht es dagegen mit kleinen Handschleifmaschinen – hier ein Exzentrerschleifer mit einem sich exzentrisch drehenden Schleifteller.



Für das saubere Zerschneiden und Bearbeiten von Hartschaumplatten hat sich ein Thermo drahtschneider wie der „Thermocut“ von Proxxon bewährt. Er hat den Vorteil, dass bei der Arbeit im Gegensatz zu Säge oder Raspel keine elektrostatisch aufgeladenen Brösel anfallen.

mit ihr sowohl gerade Flächen als auch Rundungen herausarbeiten.

Oft sind nach ein paar Hüben die Zähne der Raspel mit Holzspänen zugesetzt. Sie ist dann nicht mehr in der Lage, weiteres Material abzutragen und muss erst wieder mit einer weichen Drahtbürste gesäubert werden. Die Raspel ist ein verhältnismäßig grobes Werkzeug und hinterlässt nach der Bearbeitung eine recht unebene Oberfläche, die noch geschliffen werden muss.

Eine andere Art von Raspel ist äußerst nützlich für das flächenhafte Bearbeiten von Styrodurflächen im Landschaftsbau. Es handelt sich dabei um eine Raspel mit auswechselbaren Stahlschneiden. Mit ihr lassen sich wunderbar Landschaftsformen aus Hartschaumblöcken (z.B. Styrodur) herausarbeiten.

Schleifen

Der letzte Schliff ist bei den meisten Holzarbeiten beinahe unausweichlich: Die Kanten nach einem Sägeschnitt müssen geschliffen werden, je nach Sägeschnitt auch die Schnittfläche oder Holzoberflächen vor dem Lackieren. Auch hierbei besteht wieder die Wahl zwischen elektrischen Geräten und der althergebrachten Handarbeit. Nachdem das manuelle Schleifen mit Schleifpapier und Schleifklotz bereits behandelt wurde (S. 16ff.), wollen wir hier auf die maschinellen Schleifprozesse eingehen.

Für umfangreichere Schleifarbeiten sollte man in jedem Fall eine elektrische Schleifmaschine verwenden. Die Heimwerkerindustrie bietet hier verschiedene preiswerte Geräte an. Für unsere Modellbahnwerkstatt kommen in Frage:

- Bandschleifer
- Schwingschleifer
- Exzentrerschleifer
- Deltaschleifer
- Thermo drahtschneider

Band- und Schwingschleifer eignen sich hervorragend für die Flächenbehandlung. Der Exzentrerschleifer ist ein flexibles Gerät auch für kleinere Flächen, mit dem Deltaschleifer kommt man wegen seines kleinen dreieckigen Schleiftellers auch in Ecken hinein. Bei allen Schleifmaschinen muss man sehr darauf achten, dass keine Wellen und Wölbungen in der Oberfläche entstehen – gerade mit dem Bandschleifer geht das ruck, zuck.



Module und Segmentkästen

Ein bisschen Anlagenbau

Von der Planung bis zur Gestaltung: Hier entsteht ein Modulkasten – und dabei kommen die wichtigsten Utensilien aus unserer Werkstatt für den Anlagenbau zum Einsatz.

Vor dem Bau steht natürlich die Planung – selbst bei einem kleinen Modul oder Anlagensegment. Wichtigster Schritt: Wenn man alle Ideen sammelt und zu einem Konzept entwi-

ckelt hat, ist es immer sehr anschaulich, die Planung in 1:1 auszubreiten. Man legt sich also die Modulfläche in ihrer späteren Ausdehnung zurecht und das fertig gebogene Gleis darauf –

damit erhält man schon eine sehr gute Vorstellung von den realen Größenverhältnissen. Unschwer lässt sich so beurteilen, wie die weitere Ausstattung – etwa mit Brücken, Bahnübergängen, Gebäuden, Baumgruppen und Ähnlichem – arrangiert werden muss. Man erkennt schnell, ob das, was auf dem Papier geplant wurde, jetzt auch wirklich überzeugend ist, ohne überladen zu wirken. Das hier gezeigte Anlagenteilstück besteht aus zwei Segmenten und weist links eine Ladestelle und rechts neben einer kleinen Brücke jede Menge Landschaft auf.

Der Rohbau

Der Rohbau von Modulen beginnt mit den Kopfprofilen. Diese kann man entweder fertig kaufen (etwa beim Fremo oder bei Nordmodul) oder anhand vorgegebener Kopfprofillehren selber anfertigen. Unsere Modulkästen bestehen aus 16 mm starker Tischlerplatte, die Kopfstücke aus 10-mm-Sperrholz. Die beiden Segmente messen jeweils 80 x 40 cm.

Die beiden mittleren Profile sind frei gestaltet, die beiden äußeren Kopfprofile entsprechen der Fremo-Norm. Mit Bleistift wird die Profilform auf die 40 x 20 cm großen Plattenstücke übertra-

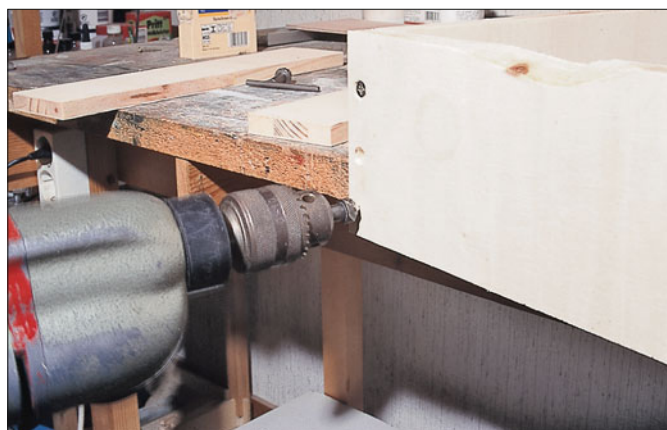


Planung ist der Anfang jedes Bauens. Und irgendwann sollte man auch einen „fliegenden Aufbau“ in 1:1 arrangieren. Die Gleise werden provisorisch ausgelegt und die Modulfläche mit Leben – sprich Brücken, Bächen, Bäumen – „gefüllt“. Blick in die Anlagenbau-Werkstatt. Links ein Modul im Rohbauzustand, rechts ein fertig gestelltes Teilstück.



Übertragen des Profils von der Profillehre auf das Kopfprofilbrett mit dem Bleistift. Für einige Normen gibt es auch vorgefertigte Kopfprofile.

Große Schraubzwingen pressen die Modulkastenseitenwände nach dem Verleimen zusammen, damit der Leim unter Druck abbinden kann.



Mit einem Senker sollten die Bohrlöcher noch etwas erweitert werden, damit später die Schraubköpfe nicht aus der Oberfläche hervorsteht. Bei relativ weichem Sperrholz kann dazu auch gut ein einfacher Handbohrer verwendet werden.

Ein Stichsäge Tisch ist für gebogene Schnitte, wie sie hier benötigt werden, sehr gut geeignet – die Säge steht dabei fest, das Werkstück kann mit beiden Händen sicher entlang der markierten Linie geführt werden. Die beiden nicht genormten Zwischenprofile sollten danach mit einer Raspel entsprechend dem Geländeverlauf angeschrägt werden.

Nach dem Eindrehen der Schrauben werden die Schraubenöffnungen mit Holzkitt zugespachtelt, nach dem Trocknen und vor einem eventuellen Anstrich werden sie verschliffen.

gen. Für das Heraussägen dieser ungleichmäßig gekrümmten und gerundeten Form aus dem Brett ist eine in einen Säge Tisch eingespannte Stichsäge ideal; man kann mit ihr fast wie mit einer Dekupiersäge arbeiten.

Die beiden Profile in der Mitte der Segmentgruppe erhalten eine „Sonderbehandlung“. Da das Gelände im Bereich dieser Mittelkopfstücke nicht eben verläuft, werden sie mit einer Raspel entsprechend dem Landschaftsverlauf bearbeitet. Die beiden Kopf-

stücke werden dazu mit einer Holzklemmzwinde aufeinander gespannt und gemeinsam bearbeitet. Für den Zusammenbau des Modulkastens wird das Trassengrundbrett zunächst noch in seiner ursprünglichen „Überbreite“ belassen und nur auf die Querspanten gelegt. Da wir es im Baumarkt exakt rechtwinklig haben zuschneiden lassen, können wir es als Ausrichtehilfe verwenden, damit der Modulkasten rechtwinklig wird. Alle Teile des Modulkastens werden an den Kontaktflächen

mit Leim versehen und zusammengesetzt; den für das Abbinden notwendigen Anpressdruck erzeugen große Schraubzwingen.

Nachdem die Klebung des äußeren Kastens ausgehärtet ist, wird auch das Trassengrundbrett endgültig zugeschnitten und eingeklebt. Für das exakte Zusägen des Trassenbrettes eignet sich aufgrund des gekrümmten Verlaufs wieder die Stichsäge. Abschließend wird der Kasten noch verschraubt; jeweils zwei 4-mm-Holz-

Die Hartschaumplatten können mit einem stabilen Bastelmesser grob zurechtgeschnitten werden. Dazu sollte immer eine frische scharfe Klinge verwendet werden, weil eine stumpfe zu viele „Krümel“ produziert.

schrauben kommen an jede Ecke. Dazu werden die Löcher mit einem 2-mm-Holzbohrer vorgebohrt.

Damit das Holz im Bereich des Schraubenkopfes nicht unkontrolliert eingedrückt wird, haben wir das Schraubloch noch mit einem Senker angesenkt. Das ist ein kegelförmiger Fräser, der einfach in die Bohrmaschine eingespannt wird. Der Senkkopf der Schraube verschwindet danach komplett in der vergrößerten Öffnung.

Beim Eindrehen der Schrauben muss man etwas aufpassen: Wenn der Widerstand beim Eindrehen zu groß wird, besteht die Gefahr, dass das Gewinde, das durch die sich eindrehende Schraube ins Holz geschnitten wird, überdreht wird. Man sollte dann die Schraube wieder herausdrehen und etwas stärker vorbohren. Wer am Ende nicht den versenkten Schraubkopf sehen will, spachtelt etwas Holzkitt drüber. Jetzt werden noch die Modulvorder- und -rückseiten mit einer Stichsäge entsprechend der Geländekontur zugesägt – und damit wäre der erste Teil des Rohbaus schon erledigt.

Gelände und Widerlager

Eine rationelle und gewichtssparende Möglichkeit, die Geländekontur zu erstellen, besteht in der Verwendung von Hartschaumplatten (z.B. Styrodur). Die je nach Hersteller gelben, grünen oder blauen Platten lassen sich mit Bastelmesser und Raspelhobel gut bearbeiten. Mit dem Messer schneidet man die Platten grob zu – dabei sollte aber unbedingt eine absolut neue, scharfe Klinge zum Einsatz kommen, da sich der Schaumstoff sonst nur mit viel Gerösel oder überhaupt nicht schneiden lässt.

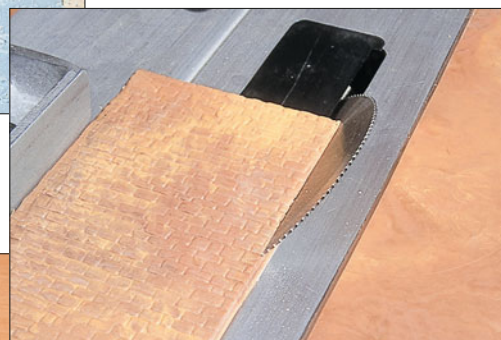
Die Klingen werden beim Schneiden sehr schnell stumpf, können aber noch gut für andere Arbeiten weiterverwendet werden; für das Schneiden von Holz oder Polystyrol sind sie allemal noch scharf genug. Nachdem die Platten eingeklebt sind und der Klebstoff getrocknet ist, schlägt die Stunde des Raspelhobels – mit ihm wird der Hartschaum bearbeitet, bis die gewünschte Geländestruktur entstanden ist.



Links: Das Herausarbeiten der Geländeoberfläche erfolgt mit diesem praktischen Raspelhobel, dessen Klingen auswechselbar sind.



Die Widerlager entstanden aus Mauerplatten von Kibri. Nur mit einer Tischkreissäge kann man Gehrungen so exakt in einem Arbeitsgang herstellen.



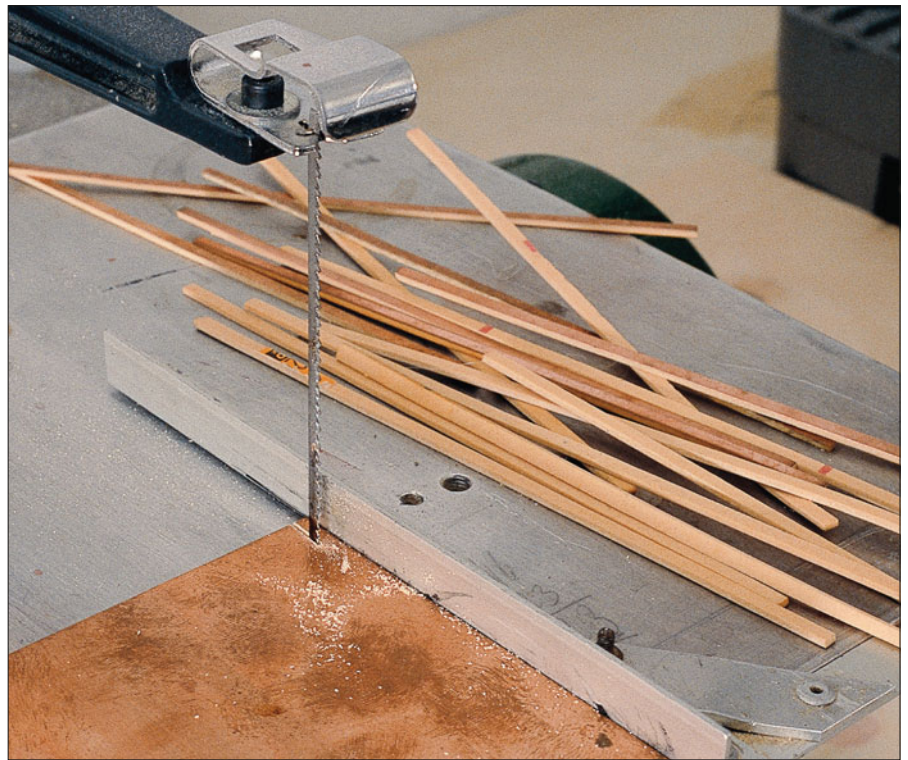
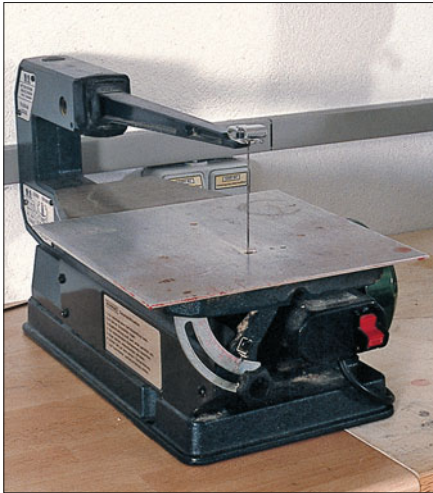
Kleinere Nacharbeiten wie das Ritzen der Mauerfugen werden nach dem Verspachteln mit einer Feile und einem Bastelmesser erledigt.

Gleichzeitig mit dem Landschaftsunterbau entstanden auch schon die beiden Widerlager der kleinen Brücke. Dazu verwendeten wir Mauerplatten von Kibri; beim Bau haben wir darauf Wert gelegt, dass die einzelnen Steine und Fugen auch „um die Ecken“ herumlaufen. Mit einer kleinen Tischkreissäge sägt man dazu die Mauerplatte auf Gehrung im 45-Grad-Winkel zunächst einmal längs durch. Von dem zweiten Teil muss noch ein weiterer Streifen abgeschnitten werden um die

richtige Neigung der Gehrung zu erhalten. Beide Teile sollte man nebeneinander legen, um die Übereinstimmung der Fugen zu überprüfen.

Der Sägetisch ist im Übrigen auch hervorragend als ebene Arbeitsfläche geeignet, beispielsweise um das Widerlager zusammenzukleben. Trotz der sauber gesägten Gehrung lässt es sich nicht vermeiden, einige Ecken nachzuspachteln; fehlende Fugen lassen sich auch noch mit dem Bastelmesser in das recht weiche Polystyrol ritzen.

Das Sägen von Pertinaxstreifen für den Gleisbau auf der Dekupiersäge (Pendelhubsäge).



Sägen und Schneiden

Metalle trennen

Holz und Kunststoff, Gießharz und Schaumstoff – das sind die bevorzugten Werkstoffe, wenn es um den Anlagenbau geht oder um bestimmte Bastelprojekte. Ein weiteres Feld, bei dem mit Metallen ein zusätzliches Material ins Spiel kommt, ist der Fahrzeugbau. Und wieder gibt es einige „Tools“, die in unserer Modellbahn-Werkstatt nicht fehlen dürfen.

Die meisten Werkzeuge gehören in die Kategorie der spanabhebenden Bearbeitung: Fräsen, Bohren, Sägen. Fangen wir also an mit den

Handsägen

Laub- und Bügelsäge, Puk- und Roco-Säge kennt wohl fast jeder Modellbauer. Die folgenden allgemeinen Hinweise gelten auch fürs Sägen von Metall:

- Das Sägeblatt immer in Stoßrichtung einspannen – also Zahnung zeigt vom Griff weg.
- Je länger das eingesetzte Sägeblatt ist, umso besser ist auch das Sägeergebnis.
- Immer auf einen exakten und sichtbaren Anriss achten.
- Das Werkstück möglichst nahe am Sägeschnitt fest einspannen, dabei Schutzbacken verwenden.

- Immer knapp neben dem Anriss sägen.
- Für dünnwandige Materialien feine Sägeblätter verwenden, dünne Bleche besser zwischen zwei Holzplatten einspannen und sägen.

Der häufigste Fehler beim Sägen wird wohl beim Anschnitt gemacht. Um hierbei nicht abzurutschen und die gesamte Oberfläche des Werkstückes mit Riefen zu versehen, setzt man die Säge leicht schräg auf die Kante des Werkstückes und den Daumennagel der linken Hand auf den Anriss. Die Säge wird für den Anschnitt leicht entlang des Daumennagels geführt und so das Abrutschen vermieden.

Bei Laubsägen wird das Sägeblatt grundsätzlich ziehend – Zähne zeigen zum Griff – eingesetzt, für Metall gibt es fein verzahnte Sägeblätter. Der größte Vorteil der Laubsäge besteht in der

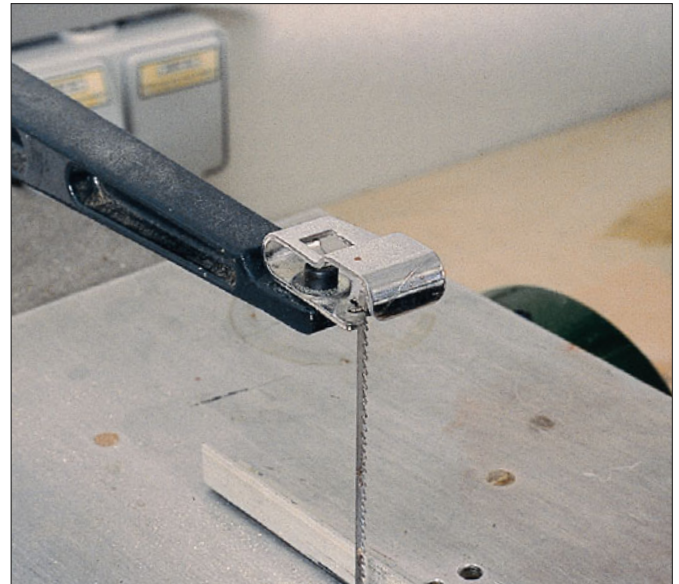
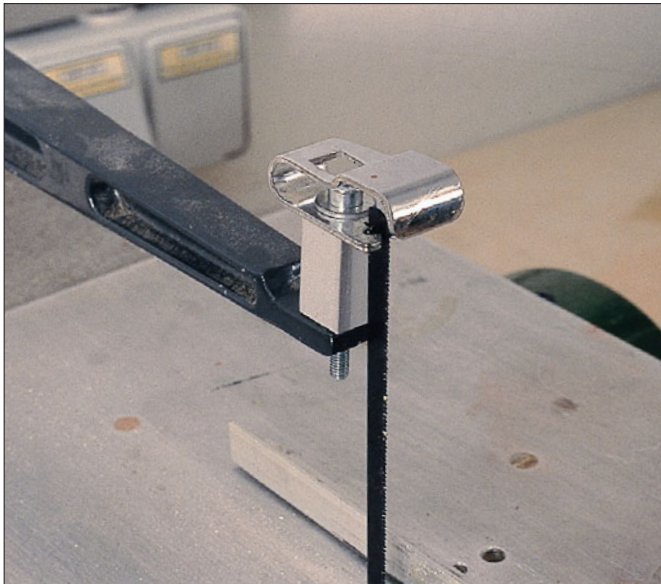
Möglichkeit, Löcher in nahezu jeder Form und Größe in dünne Werkstoffe zu schneiden. Hierfür ist neben dem Umriss der Kontur nur ein Loch zum Einfädeln des Sägeblattes nötig. Für noch feinere Arbeiten gibt es die Goldsäge mit entsprechenden Sägeblättern.

Maschinensägen

Zum Trennen vom Metall eignen sich Dekupier-, Band- und Kreissägen – natürlich nur mit geeigneten Sägeblättern. Sie haben wesentlich feinere Zähne als etwa ihre Schwestern fürs Holzsägen. Deswegen ist auch nur ein langsames Arbeiten (also ein geringerer Vorschub) im Vergleich zum Beispiel mit Holz möglich.

Bandsägen

Beim Kauf einer Bandsäge sollte man darauf achten, dass der betreffende Hersteller auch zur Säge passende Sägeblätter für unterschiedliche Materialien anbietet. Ein weiteres Qualitätsmerkmal ist die Blattführung. Sehr gut sind auf die Blattdicke einstellbare Führungen mit Kugellagern, schlechter sind nicht einstellbare geschlitzte Führungsklötze. In jedem Fall sollte auf der Rückseite des Sägeblattes ein Kugellager den Druck auffangen, der von vorne auf das Blatt ausgeübt wird. Eine Regelung der Schnittgeschwindigkeit ist ebenfalls notwendig, da diese je



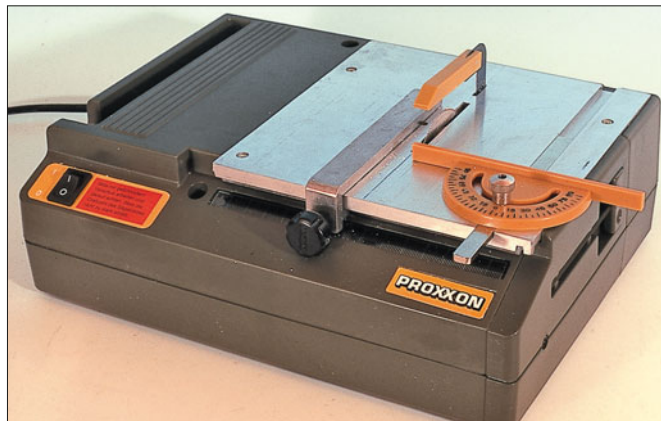
nach Material sehr unterschiedlich ist. Für das Sägen von Metallen ist eine Einrichtung zur Kühlung und Schmierung, wie sie an einigen Maschinen vorhanden ist, von Vorteil (grobe Werte siehe Tabelle). Für Modellbauer bezahlbare Bandsägen sind oft nicht oder nur unzureichend für die Bearbeitung von Stahl geeignet.

Dekupiersägen

Dekupiersägen sind nichts anderes als angetriebene Laubsägen. Wegen der Auf- und Abbewegung des Sägeblatts ist die Schnittleistung um einiges geringer als bei Bandsägen. Auch erwärmt sich das Sägeblatt beim Sägen stark, da immer der gleiche Abschnitt des Sägeblatts genutzt wird. Dies kann gerade beim Sägen von Kunststoffplatten zum Verschmelzen der Späne mit dem Sägeblatt und dem Werkstück führen. Der größte Vorteil liegt in der Möglichkeit, Löcher in ansonsten geschlossene Flächen zu sägen.

Kreissägen

Dass mit einer Kreissäge auch Nicht-Eisen-Metalle (NE), also kein Stahl, gesägt werden können, hat sich noch nicht überall herumgesprochen. Mit einem speziellen, fein gezahnten Sägeblatt lassen sich sehr präzise und gerade Schitte ausführen, wobei dickes Material gekühlt werden muss. Dünne Bleche lassen sich ebenfalls sägen, wenn sie zuvor auf einer Holzplatte befestigt (z.B. geklebt) werden. Dies verhindert ein Verbiegen oder Einziehen des Bleches. In jedem Fall ist vor dem Sägen von Metallteilen die Gebrauchs-



Obere Aufnahme der Dekupiersäge für normale Maschinensägeblätter, daneben verlängert für Puk-Sägeblätter

Die 220-Volt-Kreissäge von Proxxon eignet sich, bei Verwendung entsprechender Sägeblätter, auch für Arbeiten mit Metallen.

anweisung der jeweiligen Maschine zu studieren. Es ist nicht jede fürs Sägen von Metallen geeignet!

Scheren

Für unsere Zwecke sind spezielle Blechscheren erhältlich. Exemplare aus dem Baumarkt sind für die Bearbeitung von Stahlblech gedacht und dementsprechend groß und grob ausgelegt. Wesentlich besser sind Feinblech- oder Goldblechscheren für die Schmuckherstellung. Für wenig Geld

sind sie bei Werkzeughändlern erhältlich. Mit einer Schneidenbreite von ca. 1 mm lassen sich damit aus Tackerklammern schnell einige tausend H0-Schienen Nägel herstellen. Für gröbere Bleche gibt es Hebelscheren.

Ein Warnhinweis am Schluss: Durch das Bearbeiten bildet sich am Werkstück, gerade bei dünnen Blechen, ein extrem scharfer Grat. Dieser lässt sich leicht mit einer Feile entfernen. Zum Entgraten wegen der Verletzungsgefahr niemals Schmirgelleinen verwenden!

WOMIT KÜHLEN UND SCHMIEREN?

Material	Schnittgeschwindigkeit in Meter/Minute	Kühlung/Schmierung
Stahl, weich	25	Schneidöl oder Bohremulsion
Stahl, mittel	15	Schneidöl oder Bohremulsion
Stahl, hart	10	Schneidöl oder Bohremulsion
Grauguss	25	Kühlemulsion
Bronze, Rotguss	120	Schneidöl oder Bohremulsion
Kupfer, Messing	300	Schneidöl oder Bohremulsion
Aluminium (massiv)	400	Spiritus oder Petroleum
Aluminium (Profile)	1000	Spiritus oder Petroleum
Holz	1000 und mehr	ohne

Biegevorrichtung aus Alu-Winkelprofil im Schraubstock



Mindestbiegeradius in Abhängigkeit von Material und Größe

Material	Blech oder Profil	Rohr
Stahl	1,0 x Blechdicke	1,5 x Rohrdurchmesser
Aluminium	2,0 x Blechdicke	2,5 x Rohrdurchmesser
Messing	2,5 x Blechdicke	2,0 x Rohrdurchmesser
Kupfer	1,5 x Blechdicke	1,5 x Rohrdurchmesser

Mit Zange und Schraubstock

Biegen von Metallteilen

Schmale Messingblechstreifen, Profile und dünne Rohre lassen sich mit der Zange in Form bringen. Für größere Metallbauteile muss ein Schraubstock herhalten.

Die Zange übernimmt bei kleinen Teilen die Funktion des Schraubstocks und der Biegevorrichtung in einem. Geeignete Zangen mit glatten Backen sind Rund-, Flach- und Spitzzangen. Es gibt aber auch spezielle Zangen zum Biegen von Draht wie Rosenkranz- und Hohlkehlzangen.

Bauteile, die für eine Zange zu groß sind, werden mithilfe eines Schraubstocks gebogen. Die Biegekante wird

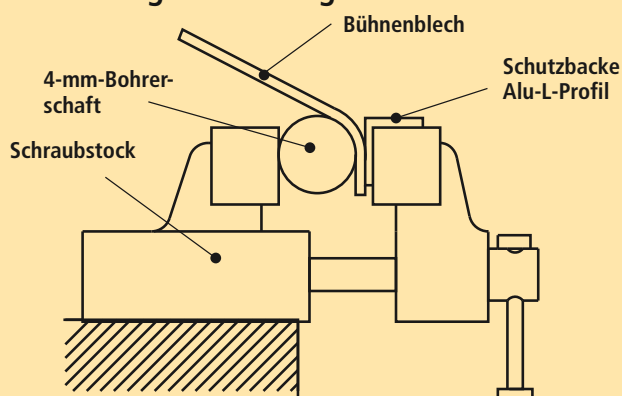
innen auf dem Blech angerissen, außen verwendet man einen weichen Bleistift, um einem Einreißen vorzubeugen. Die Biegelinie liegt quer zur Walzlinie des Bleches – erkennbar an den feinen Riefen in der Oberfläche. Eingespannt wird das Blech genau entlang des Anrisses in einem Schraubstock. Da Schraubstöcke oft geriefte Backen haben und sich dieses Muster beim Biegen unübersehbar in das zu bearbei-

tende Blech drückt, muss man für eine glatte Zwischenlage sorgen. Für modellbahnerische Belange sind Stücke eines Aluminiumwinkels ausreichend.

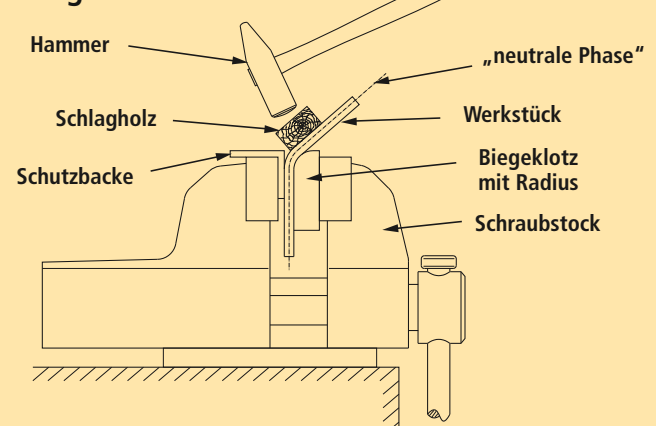
Anschließend wird das Blech auf voller Länge mit einem Holzklotz umgebogen. Ist dies mit der Hand nicht möglich, wird mit einem Hammer auf den Holzklotz – niemals auf das Blech! – geschlagen. Sollen die Bauteile nicht scharfkantig, sondern mit einem bestimmten Radius gebogen werden, ist ein dickwandiges Rohr oder eine Welle entsprechenden Durchmessers zu verwenden. Vor dem Ausspannen den erreichten Winkel kontrollieren, denn jedes Blech federt ein wenig zurück.

Dünnwandige Rohre neigen bei engen Biegeradien nach Knicken. Dies wird durch eine Befüllung mit feinem Sand verhindert. Damit der Sand nicht wieder herausläuft, wird das Rohr an beiden Enden verschlossen. Die Rohre sind vor dem Biegen etwas länger zuzusägen, um sie anschließend auf das exakte Maß schneiden zu können.

Bühnenbiegevorrichtung



Biegen im Schraubstock



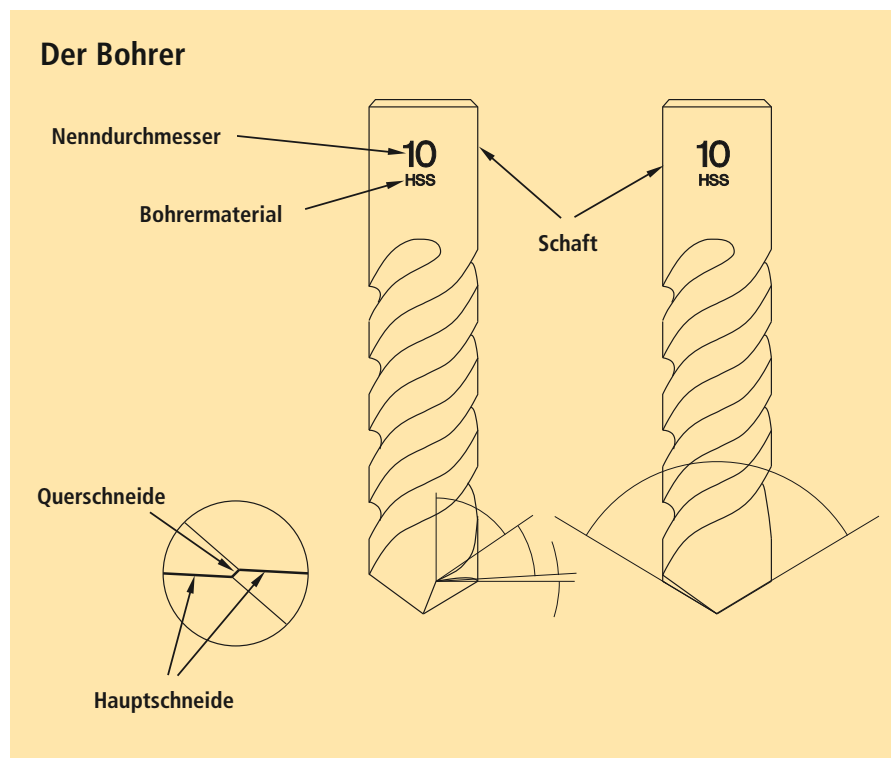


**Bohrersätze mit
Stiftenklöbchen und
Handhaltern**

Bohren und Gewindeschneiden

Löcher im Metall

Bohren und Schrauben dürften mit zu den häufigsten Tätigkeiten in der Hobbywerkstatt zählen. Bei der Bearbeitung von Metallen sind jedoch einige besondere Regeln zu beachten. Nur mutige Bastler trauen sich ans Gewindeschneiden – zu Unrecht.



Die Zahl an Bohrern, Bohrmaschinen und notwendigen Vorrichtungen hierfür ist schier unübersehbar. An dieser Stelle wollen wir uns in erster Linie auf die für die Metallbearbeitung geeigneten Bohrwerkzeuge beschränken. Diese sind in der DIN 338 Spiralbohrer zusammengefasst. Eine erste wichtige Anschaffung ist ein guter HSS-Bohrersatz von 0,5 mm bis 5 mm, in Zehntelmillimeter-Schritten steigend; darüber in 0,5 mm Schritten steigend.

Wichtig für ein gutes Bohrerergebnis ist die korrekte Drehzahl des Bohrers. Diese richtet sich nach dem zu bohrenden Material und dem Durchmesser des Bohrers. Als Faustformel gilt: Kleiner Bohrer = große Drehzahl und festes Material = kleine Drehzahl. Grobe Anhaltswerte gibt die Tabelle.

Senker

Der wohl bekannteste Senker ist der 90°-Senker. Er wird zum Entgraten von Bohrungen wie auch zum Versenken von Schraubenköpfen nach DIN 95 oder DIN 97 verwendet. Er ist erhältlich mit einer oder mehreren Schneiden, als Maschinensenker oder Handsenker mit Griff. Darüber sind auch Zapfensenker zum Versenken von Inbusschrauben sehr gebräuchlich. Sie ähneln in der Form einem Fingerfräser mit einem schneidenlosen Zapfen in der Mitte, der den Senker in dem Schaftloch der Schraube führt.

Empfohlene Drehzahlen in Abhängigkeit von Material und Bohrdurchmesser

Material	Bohrdurchmesser in Millimeter														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stahl	4500	2200	1500	1100	900	740	630	550	500	450	400	370	340	320	300
Grauguss	2900	1400	950	710	570	470	410	360	320	290	260	240	220	200	190
Messing	11000	5600	3700	2800	2200	1800	1600	1400	1200	1100	1000	900	850	800	740
Kupfer	13000	6300	4200	3200	2500	2100	1800	1600	1400	1300	1100	1000	980	900	850
Aluminium	12000	5900	4000	3000	2300	2000	1700	1500	1300	1200	1100	980	900	840	780
Thermoplast	3500	1700	1200	870	700	580	500	440	390	350	320	290	270	250	233
Hartpapier	5100	2500	1700	1300	1000	850	730	640	570	510	460	420	400	360	340
Glas	3800	1900	1300	950	760	630	540	480	420	380	350	320	300	270	250
Umdrehungen des Bohrers PRO Minute															

Tipps fürs Bohren in Metall

- Das Werkstück zum Bohren immer einspannen, niemals ein Werkstück in der Hand halten und durchbohren.
- Beim Bohren von Werkstücken aus Metall entwickelt sich eine enorme Wärme, daher ein geeignetes Kühlschmiermittel oder Schneidöl verwenden.
- Größere Durchmesser immer mit einem kleineren Bohrer vorbohren.
- Bei Entstehung von langen Fließspänen die Bohrer kurz aus der Bohrung herausziehen, ansonsten besteht Verletzungsgefahr an den scharfen Spänen.
- Dünne Bleche bohrt man am besten zwischen zwei Holzplatten.
- Größere Löcher in Blechen entstehen mit sogenannten Schälbohrern.
- Wenn der Bohrer rattert, so ist er stumpf oder die Drehzahl zu hoch.
- Niemals verbogene Bohrer verwenden.
- Aluminium mit Spiritus oder Petroleum kühlen.
- Werkstücke vorher körnen oder Zentrierbohrer verwenden.
- Bohrungen in Glas mit viel Wasser kühlen und mit äußerst wenig Druck arbeiten.
- Gewindeschneider senkrecht aufsetzen und nach jeder Umdrehung eine halbe Umdrehung zurückdrehen, um den entstandenen Span zu brechen.
- Zum Gewindeschneiden Schneidöl benutzen.

Der Zentrierbohrer ist ein sehr kurzer, biegeester Bohrer, der zum Vorbohren benutzt wird und damit das Ankörnen überflüssig macht. Er hat an beiden Seiten einen Anschliff mit einem kurzen Bohrer, an den sich ein 60°-Senker anschließt. Für alle Senker gilt: Nur mit kleinstmöglicher Drehzahl und geringem Vorschub arbeiten.

Bohrmaschinen

Eine Handbohrmaschine mit Pistolengriff ist vermutlich in fast jedem Haushalt vorhanden. Im Modellbau haben sich auch handgeführte 12-V-Kleinbohrmaschinen durchgesetzt. Steigen aber die Anforderungen an die Genauigkeit und Rechtwinkligkeit der Bohrungen, ist man mit ihnen schnell am Ende der Möglichkeiten angelangt.

Eine gute und preiswerte Alternative ist die Ständerbohrmaschine. Sie ist in Aufbau und Konstruktion jedem noch so guten Bohrstand für Handbohrmaschinen überlegen. Schon die Lauf-ruhe des Induktionsmotors und die

stabilere Lagerung der Bohrspindel mit der damit verbundenen Rundlaufgenauigkeit sind mit einem Bohrstand nicht machbar. Nicht sparen sollte man am Maschinenschraubstock.

Schrauben

Wann immer zwei Bauteile lösbar miteinander verbunden werden sollen, kommen Schrauben zum Einsatz. Dies gilt ganz besonders für die Metallbearbeitung. Die für den Modellbau interessanten Gewinde sind die metrischen ISO-Regelgewinde, erkennbar am Buchstaben „M“ und nachfolgend dem Außendurchmesser in mm. Für einige Spezialanwendungen werden Feingewinde verwendet, deren Steigung kleiner ist als bei den Regelgewinden.

Die Steigung ist ein Maß für die Einschraubtiefe je Schraubenumdrehung. Eine M6-Schraube hat als Regelgewinde 1 mm Steigung, als Feingewinde 0,75 mm. Diese Steigung wird als Zusatz hinter die Gewindebezeichnung gesetzt, also z.B. M6x0,75 beim Feingewinde.

Gewindebohrer und Außengewindeschneider mit Windeisen



Ist das Gewinde noch recht einfach zu unterteilen, so wird es bei den Schrauben schon aufwendiger. Hierbei werden verschiedene Schraubenköpfe und Antriebe sowie Längen, Festigkeiten und Materialien unterschieden. Für uns Modellbauer reicht aber schon ein kleiner Teil hiervon völlig aus:

- Sechskantschrauben nach DIN 931 und 933
- Zylinderschrauben mit Schlitz DIN 84
- Senkschrauben mit Schlitz oder Kreuzschlitz DIN 963 und 965
- Zylinderschrauben mit Innensechskant (Inbus) DIN 912
- Gewindestifte DIN 417, 438, 551, 913, 914, 916 und 916.

Auch bei den Muttern und Scheiben reichen uns die Standardtypen leicht aus:

- Scheiben DIN 125 (Form A ohne Fase, Form B mit Fase)
- Sechskantmutter DIN 555
- Flache Sechskantmutter DIN 439

Gewindeschneider

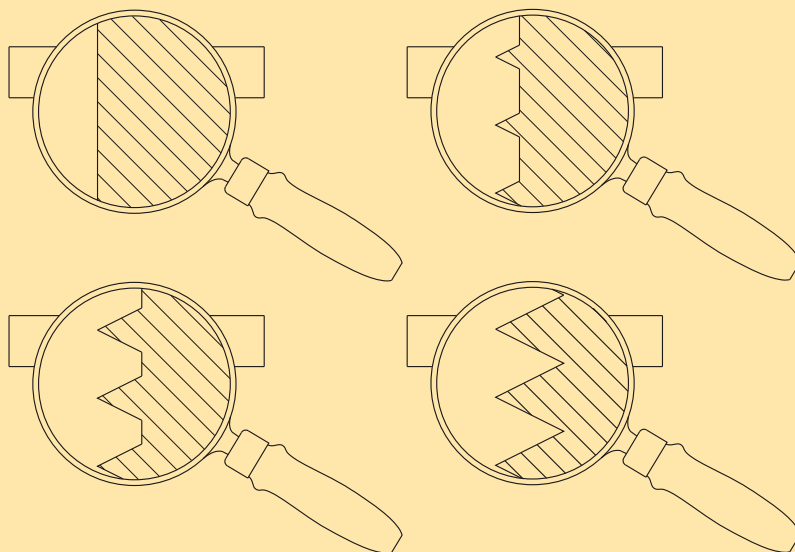
Der Gewindebohrer ist der einzige Bohrer im Hobbybereich, der rein manuell betrieben wird. Zum Schneiden eines Gewindes wird neben dem Gewindebohrer auch noch ein spezieller Halter benötigt, das Windeisen, auch Kluppe genannt.

Um in ein Werkstück ein Gewinde schneiden zu können, ist zuvor ein Loch mit dem Kerndurchmesser des Gewindes zu bohren. Für metrische Gewinde errechnet sich der Kerndurchmesser, indem man den Nenn-durchmesser des Gewindes mit 0,8 multipliziert (siehe Tabelle).

Gewindeschneiden mit dreiteiligem Gewindeschneidsatz

Vorbohren mit 0,8-fachem Nenndurchmesser

Vorschneider (1 Ring am Schaft)



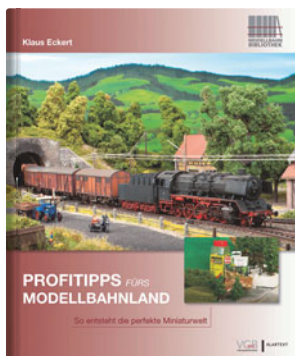
Zweiter Vorschneider (2 Ringe am Schaft)

Fertigschneider (kein Ring am Schaft)

Nenn- und Kerndurchmesser beim Gewindeschneiden

Nenndurchmesser	Kerndurchmesser	Steigung (mm/Umdrehung)
M1	0,8 mm	0,25
M1,2	1 mm	0,25
M1,6	1,3 mm	0,35
M2	1,6 mm	0,4
M2,5	2 mm	0,45
M3	2,4 mm	0,5
M3,5	2,8 mm	0,6
M4	3,2 mm	0,7
M5	4 mm	0,8
M6	4,8 mm	1,0
M8	6,4 mm	1,25
M10	8 mm	1,5
M12	9,6 mm	1,75

DIE NEUE MODELLBAHN-BIBLIOTHEK



Profitipps fürs Modellbahnland

Im Mittelpunkt des neuesten Band der Modellbahn-Bibliothek stehen Anregungen und Bautipps für die Ausgestaltung von Anlagen und Dioramen. Eine Zeitreise durch die Epochen zeigt, wie sich die Bahnanlagen verändert haben. Weitere Themen: Ein Badeteich entsteht, Brücken über eine Schlucht, ein Steinbruch und seine „Renaturierung“ u.v.m. So entsteht die perfekte Miniaturwelt!

Best.-Nr. 581521

NEU! Erscheint im Juni 2015

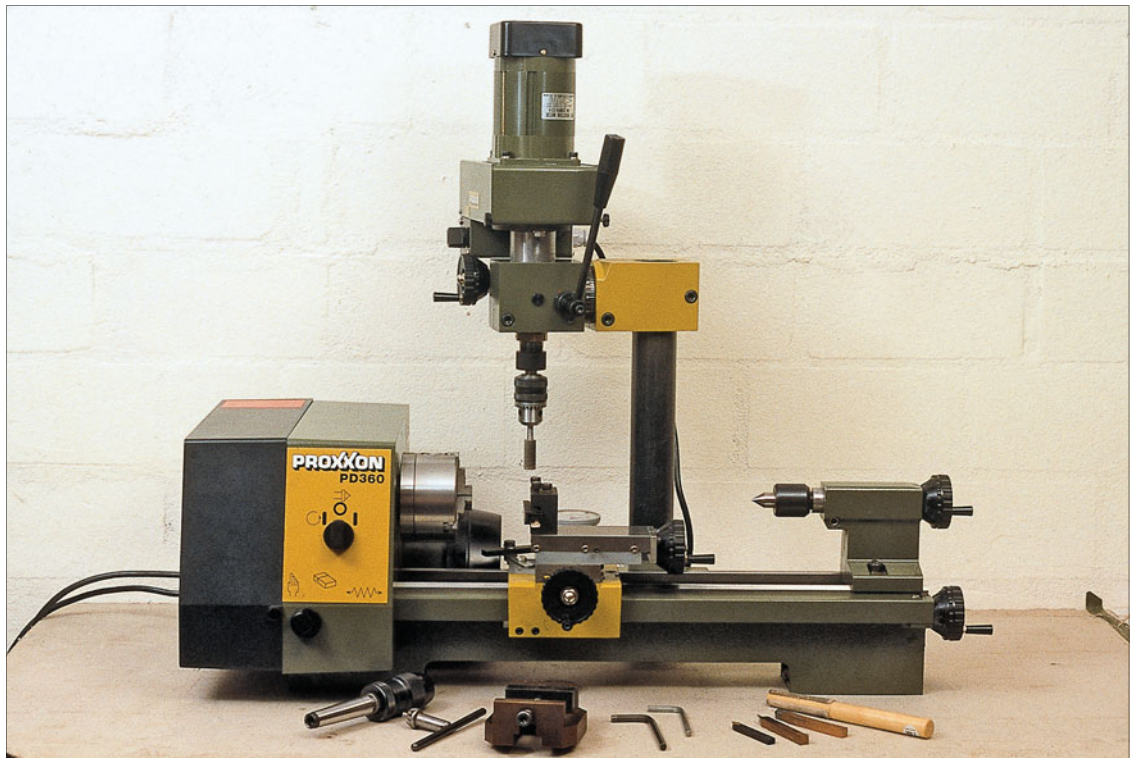
nur
€ 19,95



VGB
[VERLAGSGRUPPE BAHN]

Erhältlich im Buch- und Fachhandel oder direkt beim VGB-Bestellservice,
Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstentfeldbruck
Tel. 08141/534810, Fax 08141/53481-100, bestellung@vgbahn.de

Hervorragend geeignet für den Einsatz in der Modellbahnwerkstatt ist diese Drehmaschine mit Fräsaufsatz von Proxxon.



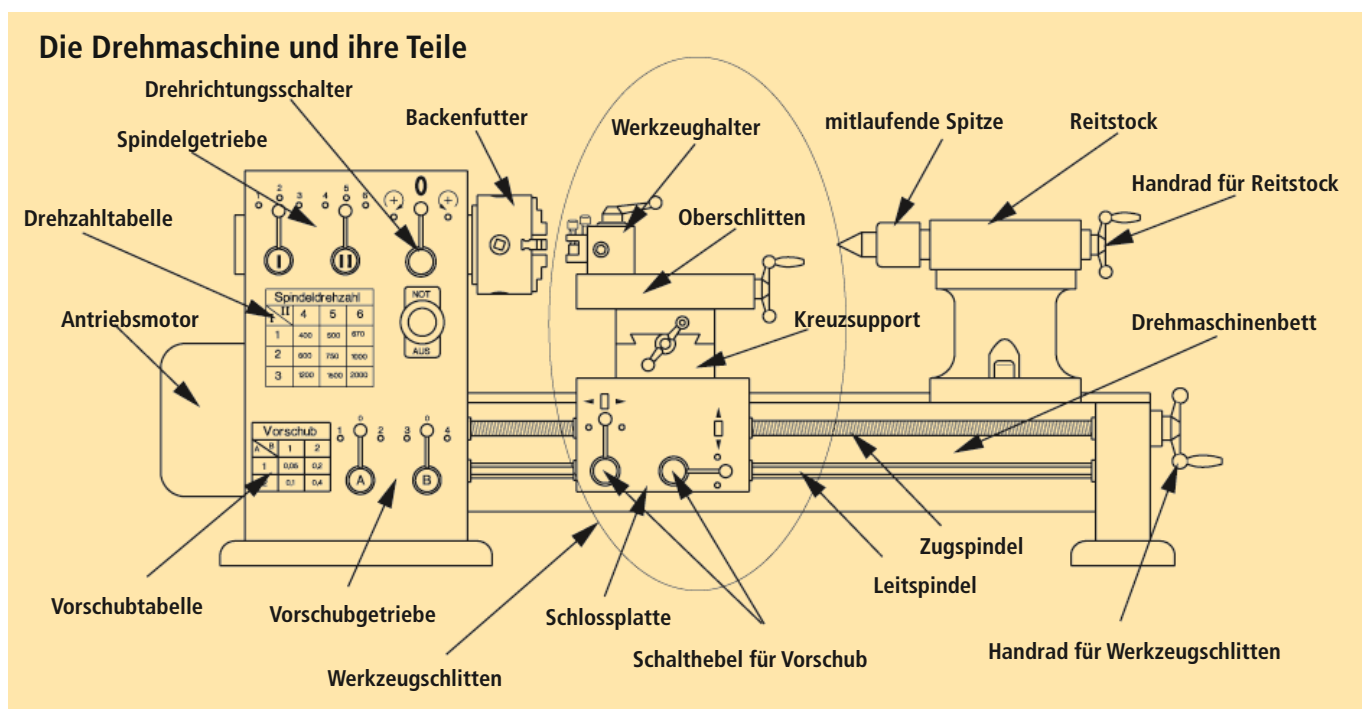
Für die Hobbywerkstatt unverzichtbar

Die Drehmaschine

Die von den Älteren unter uns auch als „Drehbank“ – der Begriff „Bank“ kommt noch aus der Schreinerzunft – bezeichnete Maschine ist eines der universellsten Werkzeuge überhaupt. Für ambitionierte Modellbauer wird eine gute Drehmaschine schon bald unverzichtbar sein.

Hier gilt eine alte Gourmet-Weisheit: Der Appetit kommt beim Essen. Sprich: Je länger man dreht, umso mehr unterschiedliche Zurüstteile und Drehstähle werden sich im Laufe der Zeit ansammeln. Vieles davon wird auf der eigenen Drehmaschine entstanden sein.

Die Qualität einer Drehmaschine hängt von den Lagern und Führungen ab. Wichtigstes Teil ist die Führung der Spindel und des Werkzeugschlittens. Vorwiegend aus Grauguss bestehend,

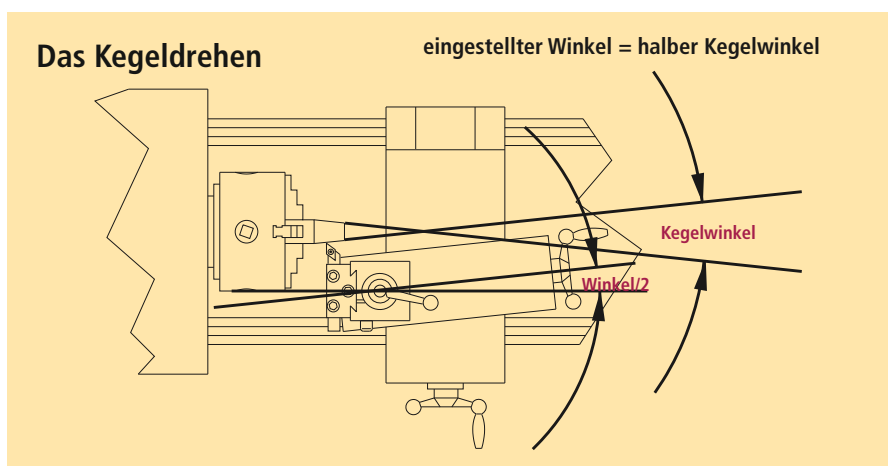


trägt deren Fertigungsgüte und die Stabilität ganz wesentlich zum guten Drehergebnis bei.

Die auf dem Bett fest montierte Lagereinheit besteht aus hochwertigen und nachstellbaren Lagern für die Aufnahmespindel sowie der gesamten Antriebseinheit inklusive Zahnradvorlege für den automatischen Vorschub des Werkzeugschlittens bzw. die Gewinde-schneideinrichtung.

Die Arbeitsspindeln für den Kreuzsupport und den Querschlitzen (Oberschlitten) sind nicht minder wichtig, da auf ihnen die Spanneinrichtung für die verschiedenen Werkstücke montiert werden. Während des Betriebs werden sie hoch belastet und sind ständig im Einsatz. Daher sollten sie als Trapezgewinde ausgeführt sein, das weniger Verschleiß und Reibung bei hoher Belastbarkeit gewährleistet. Gegen Schmutz und Beschädigungen sollten die Arbeitsspindeln verkleidet sein.

Wer unbedingt auf präzise und kleine Gewinde angewiesen ist, benötigt einen Rädersatz für verschiedene Steigungsmöglichkeiten. In der Regel kommt man mit dem metrischen DIN-Bereich von 0,2 bis 3,0 mm/Umdrehung aus. Wichtig für das Gewinde-schneiden ist auch eine schnelle und exakte Motorumkehrung sowie eine möglichst niedrige Spindeldrehzahl von



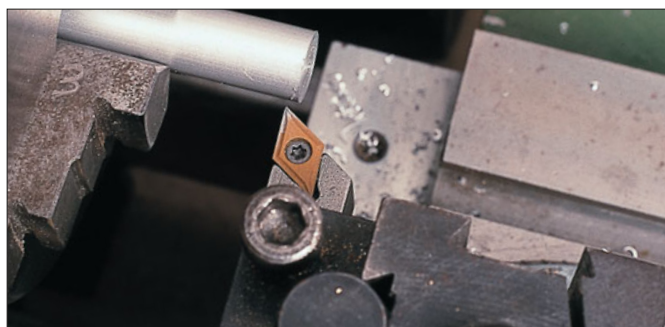
unter 100 Umdrehungen pro Minute. Die wichtigste Spannvorrichtung ist das Dreibackenfutter, das in etwa wie ein Bohrfutter funktioniert. Hiermit werden die Werkstücke schnell und zentrisch gespannt. Durch das Umdrehen der Spannbacken wird der Spannbereich erweitert.

Das Vierbackenfutter dient der Aufnahme viereckiger oder unrunder Werkstücke. Teilweise lassen sich die vier Backen einzeln verstellen, wodurch keine automatische Zentrierung mehr gegeben ist. Planscheiben dienen dem Aufspannen großer, unregelmäßig geformter Teile, die mit Spannpratzen befestigt werden. Die Drehzahl muss dann wegen der Unwucht sehr klein gewählt

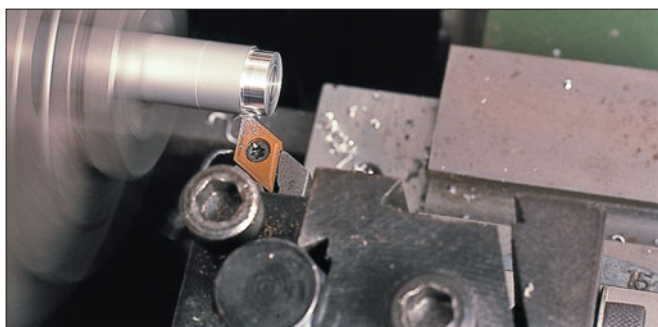
werden. Die höchste Präzision wird mit einer Spannzangenvorrichtung erreicht, die direkt auf bzw. in die Spindel montiert wird.

Auf dem Werkzeugschlitten, der auf dem mit Prismen versehenen Bett verfahrbar geführt ist, wird der Kreuzsupport montiert, auf dem wiederum der Drehstuhl befestigt wird. Die um 90 Grad versetzte Anordnung der Zustellschlitten (daher die Bezeichnung Kreuzsupport) ermöglicht das Drehen von Kegeln, da der obere Schlitten auf die erforderliche Winkellage eingestellt werden kann.

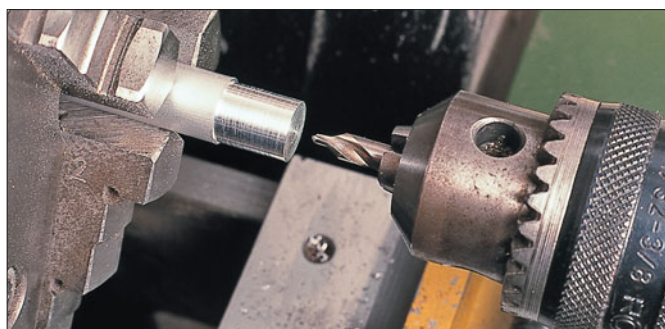
In gleicher Zentrumshöhe wie die Spindel befindet sich rechtsseitig eine auf dem Bett verschiebbare und



Die Aluminiumwelle wird „angekratzt“. Sprich: Der Drehstuhl wird ganz langsam herangeführt, bis man ein feines Geräusch hört.



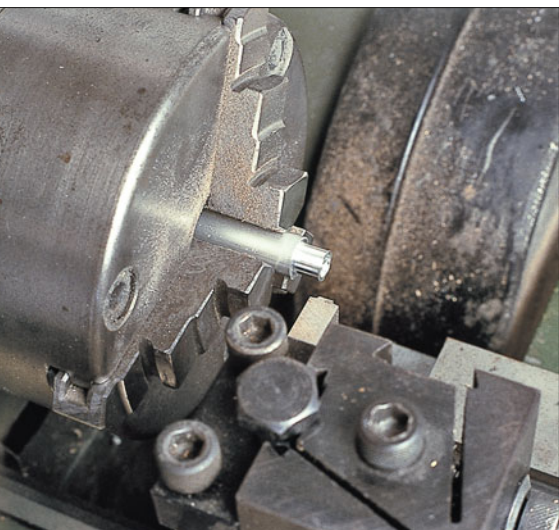
Ab diesem ermittelten Maß wird die Welle im Radius um 0,5 mm abgedreht (längsgedreht), der Durchmesser also 1 mm kleiner.



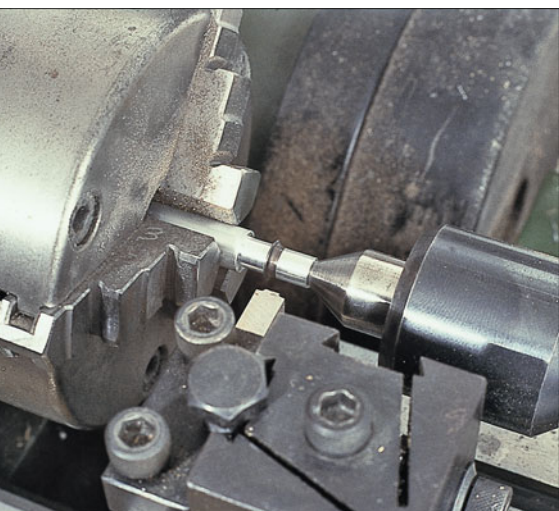
Der eingespannte Zentrierbohrer bohrt nur den Einstich für den Bohrer. Der Zentrierbohrer ist zu diesem Zweck besonders kurz und biegestabil gestaltet.



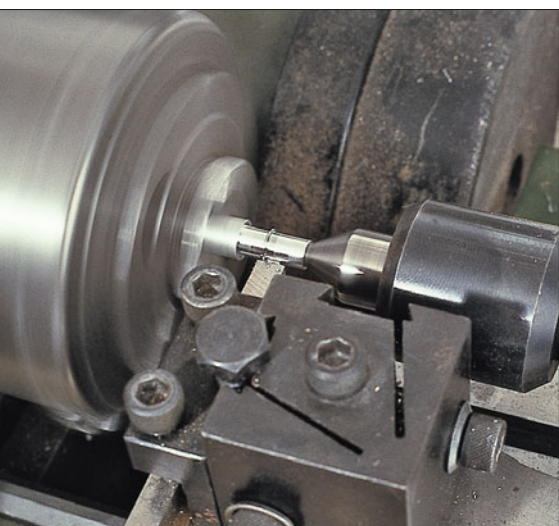
Eingesetzt werden ganz normale Spiralbohrer. Für Sacklöcher mit ebenem Grund können auch Fräser verwendet werden. Das Bohren erfolgt mit ganz wenig Vorschub.



Zum Abdrehen von Rädern wird der RP-25-Formstahl eingespannt, im Dreibackenfutter ist bereits das Klemmstück gespannt.



Mit der mitlaufenden Spitze im Reitstock wird das Rad zentrisch zwischen Druckstück und Mitnehmer geklemmt.
Unten: Mit dem Formdrehstahl wird der Spurkranz erst an der Lauffläche, dann an der Radrückseite abgedreht.



Die Drehmaschine: Kenndaten-Katalog

Was ist beim Kauf einer Drehmaschine zu beachten? Die wichtigsten Kriterien enthält diese Aufstellung. Da die Anschaffung einer Drehmaschine vermutlich nur einmal im Modellbahnerdasein erfolgt, sollte man sich die Entscheidung nicht leicht machen.

- Das **Maschinengewicht** ist ein wesentliches Merkmal, denn je schwerer die Maschine ist, desto höher sind Standfestigkeit, Stabilität und vor allem Vibrationsfreiheit. Genaue muss die Maschine aber deswegen nicht unbedingt arbeiten. Die Konstruktion sollte gut verrippt sein und gehärtete und geschliffene Führungen aufweisen.

- Die **Spitzenlänge** entscheidet über die maximale Einspannlänge einer Welle zwischen den beiden Körnerspitzen, es ist also abzüglich der Länge des Dreibackenfutters die maximale mögliche Bearbeitungslänge.

- Die **Spitzenhöhe**, der Abstand zwischen Drehmitte und Unterkante Maschinenbett, gibt Aufschluss über den maximalen Werkstück-Drehdurchmesser. Auch die Angabe, wie groß der Durchmesser „über Support“ ist, bestimmt in der Regel den maximal zu drehenden Durchmesser.

- Die beste und teuerste **Schlittenführung** ist aus Stahl geschliffen und gehärtet. Die Bettqualität lässt sich schwer beurteilen, einen Hinweis liefert hier das Gewicht der Drehmaschine. Gute Drehbänke haben bewegliche Schlitten in nachstellbaren Schwalbenschwanz-Führungen.

- Ohne **Drehfutter** ist die Drehmaschine praktisch wertlos. Dank Um-

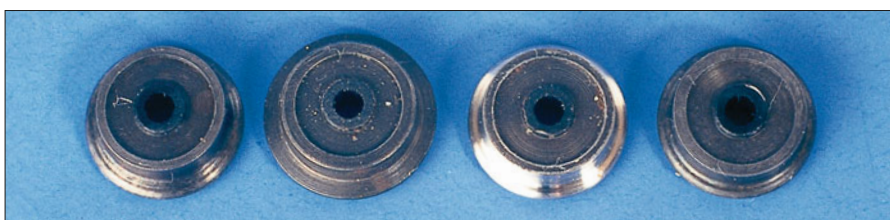
kehr- oder Wechselbacken lassen sich auf kleinen Drehmaschinen auch durchaus Werkstücke weit über 80 mm Durchmesser einspannen. Wichtige Angaben für Drei- und Vierbackenfutter sind der Innenspannbereich und der Außenspannbereich. Der Innenbereich lässt die sicherste Spannung im freien Spannen zu, also ohne Spitzen- oder Lünettenunterstützung.

- Die **Werkzeugaufnahme** auf dem Support (oder auch „Querschlitzen“) muss unbedingt aus Stahl sein, ansonsten würde sie bei häufigem Werkzeugwechsel schnell verschleiben.

- Für ein vernünftiges Arbeiten ist ein leiser und antriebsstarker **Antrieb** der Drehmaschine wichtig. Die Leistung sollte zwischen 300 und 500 Watt betragen. Hierbei ist dem Kondensatormotor unbedingt Vorrang vor dem Kollektormotor (Universalmotor) einzuräumen.

- Auch bei der **Drehzahl** sind eine sechsfache Stufung und ein Drehzahlbereich von 200 bis 3000 Umdrehungen pro Minute sinnvoll. Für maschinelles Gewindeschneiden sollte sich die Drehzahl auf 70 bis 80 Umdrehungen pro Minute reduzieren lassen (siehe Tabelle „Materialien und Drehzahlen“).

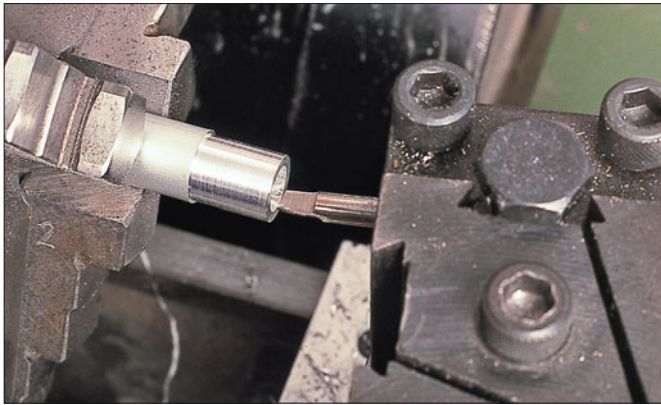
- **Zubehör** sollte passend nachkaufbar sein: Spannzangeneinrichtung, Vierbackenfutter für unregelmäßige Teile, Steh- und Mitlauflunette, Planscheibe, Frästisch, Maschinenschraubstock, Feinvorschub – um nur einige zu nennen.



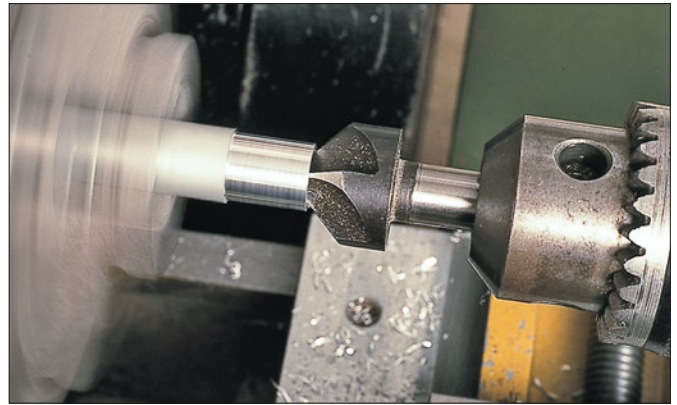
Die linken beiden Räder haben noch NEM-Profil, die beiden rechten entsprechen dem RP-25-Profil – jeweils eines poliert und das andere schwarzvernickelt (H0e-Radsätze).



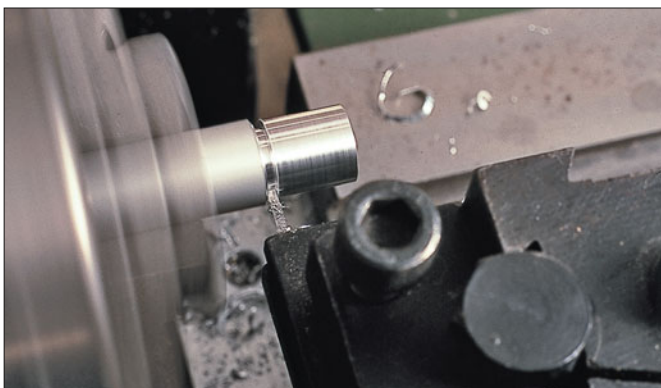
Die Spannvorrichtung fürs Räderabdrehen: links der Mitnehmer, rechts das Druckstück.



Exakte Innendurchmesser lassen sich nur durch Ausdrehen mit einem Innendrehmeißel bewerkstelligen. Dieser Meißel muss so ausgerichtet sein, dass nur seine Arbeitsspitze das Werkstück berührt.



Zum Entgraten kommt ein 90°-Senker zum Einsatz. Beim Arbeiten mit dem Senker muss man sehr vorsichtig zustellen und die geringste Drehzahl wählen, sonst gibt es sogenannte Rattermarken.



Zum Abtrennen von Drehteilen benutzt man einen schmalen Abstechstahl, wobei man nur die geringste Drehzahl und viel Kühlschmiermittel (Bohremulsion) einsetzen sollte.



Das stirnseitige Bearbeiten nennt der Fachmann „Planen“ oder „Plandrehen“. Nach innen sollte der Vorschub immer langsamer werden, da mit dem Radius auch die Schnittgeschwindigkeit abnimmt.

klemmbare Aufnahme, der Reitstock. Er sollte möglichst breit und satt aufliegen und auch solide arretierbar sein sowie eine DIN-gerechte Innenkegel-Aufnahme aufweisen. Der Reitstock ist für ein Bohrfutter vorgesehen oder für einen Drehspitzeneinsatz, der in mitlaufender Ausführung auch „mitlaufende Spitze“ genannt wird. Sie wird beim Drehen längerer Wellen als sicherer Gegenhalt benutzt.

Zum Drehen brauchen wir natürlich auch Drehstähle. Am besten geeignet sind Wendeplatten- und Hartmetall-

drehstähle. Aber auch HSS-Schneidstoffe oder HSS-Rohlinge sind sehr zu empfehlen. Da man sich diese selbst anschleifen kann, sind sie für Formdrehstähle gut geeignet.

Sicherheit und Unfallschutz

Die größten Gefahren gehen beim Drehen von dem rotierenden Spannfutter auf der Hauptspindel und dem darin eingespannten Werkstück aus. Man sollte daher versuchen, immer seitlich versetzt vom Futter zu stehen,

um von einem gelösten Werkstück nicht getroffen zu werden. Lose oder herabhängende Kleidungsstücke oder Schmuck werden schnell vom rotierenden Futter erfasst. Eine Drehmaschine bleibt deshalb nicht stehen ... Eine häufige Unfallursache ist ein durch Unachtsamkeit im Futter stecken gelassener Spannschlüssel. Beim Einschalten der Maschine fliegt dieser dann in hohem Bogen durch die Werkstatt. Man sollte sich daher von Anfang an daran gewöhnen, den Spannschlüssel niemals im Futter stecken zu lassen!

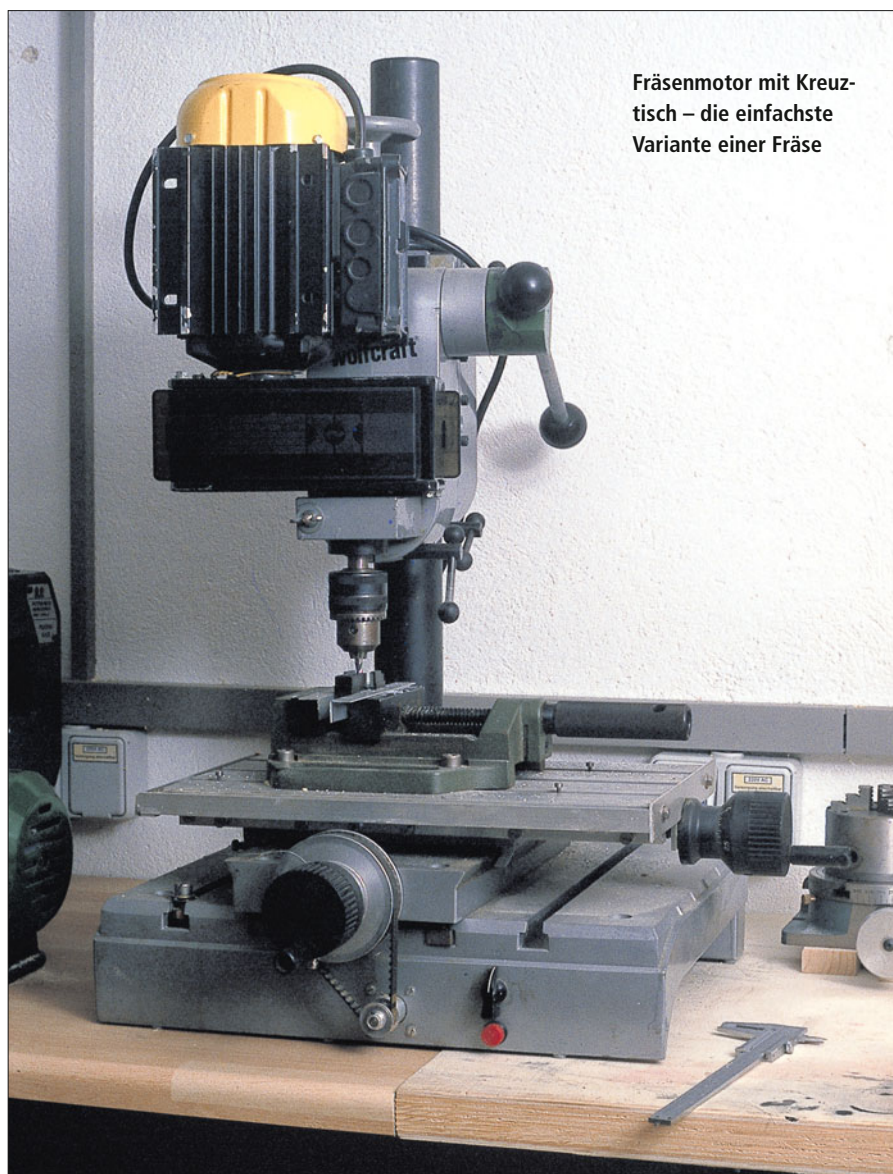
Materialien und Drehzahlen

Materialstärke in mm

	2	4	6	8	10	12	15	20	30	50	80	100	150
Stahl	2200	1100	740	550	450	370	300	220	150	90	60	50	30
Grauguss	1400	710	470	360	290	240	190	140	100	60	40	30	20
Messing	5600	2800	1800	1400	1100	900	740	560	370	220	140	110	70
Kupfer	6300	3200	2100	1600	1300	1000	850	640	430	260	160	130	90
Aluminium	5900	3000	2000	1500	1200	980	780	590	390	240	150	120	80
Thermoplast	1700	870	580	440	350	290	233	180	120	70	50	40	30
Hartpapier	2500	1300	850	640	510	420	340	260	170	100	70	50	30

UMDREHUNGEN ARBEITSSPINDEL PRO MINUTE

Fräsenmotor mit Kreuz-
tisch – die einfachste
Variante einer Fräse



Eine Universalfräsmaschine ist in der Hobbywerkstatt die ideale Ergänzung zur Drehmaschine. Die häufigste Spannvorrichtung auf dem Frästisch ist der Schraubstock. Hierbei sollte auf eine möglichst parallele Bewegung der Backen und eine Spiel- und Wackelfreiheit der bewegten Backe geachtet werden.

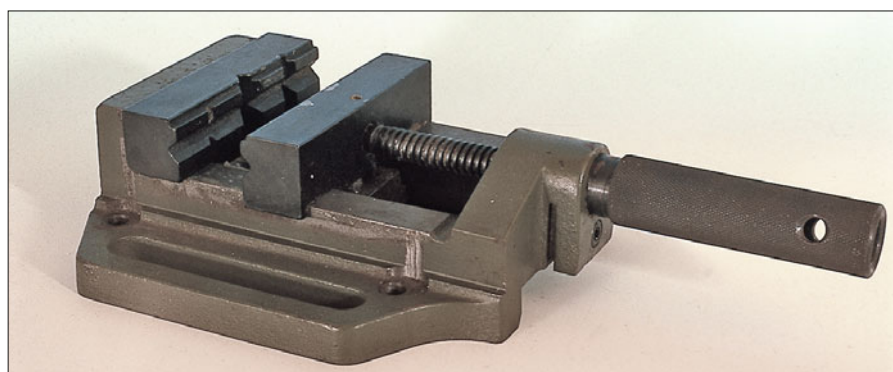
Für das Bearbeiten runder Werkstücke oder zur rotationssymmetrischen Bearbeitung (z.B. Zahnräder, Bohrungen im Zylinderdeckel) wird ein Teilkopf benötigt. Sein runder Arbeitstisch wird mit Hilfe eines Schneckengetriebes über ein Handrad exakt verdreht.

Darüber hinaus gibt es noch Spannpratzen für die Aufnahme sehr großer oder ungleichförmiger Werkstücke. Diese sind in unterschiedlicher Größe und Ausführung erhältlich. Kleinere Ausführungen lassen sich mithilfe der Fräse und einer Gewindestange leicht selber herstellen.

Man unterscheidet Gleich- und Gegenlaufräsen, je nachdem ob der Vorschub in oder gegen die Schnittrichtung des Fräasers erfolgt. Die im Hobbybereich anzutreffenden Fräsen dürften in der Regel nicht für das Gleichlaufräsen geeignet sein. Hierfür sind spezielle, teure Vorschubspindeln erforderlich.

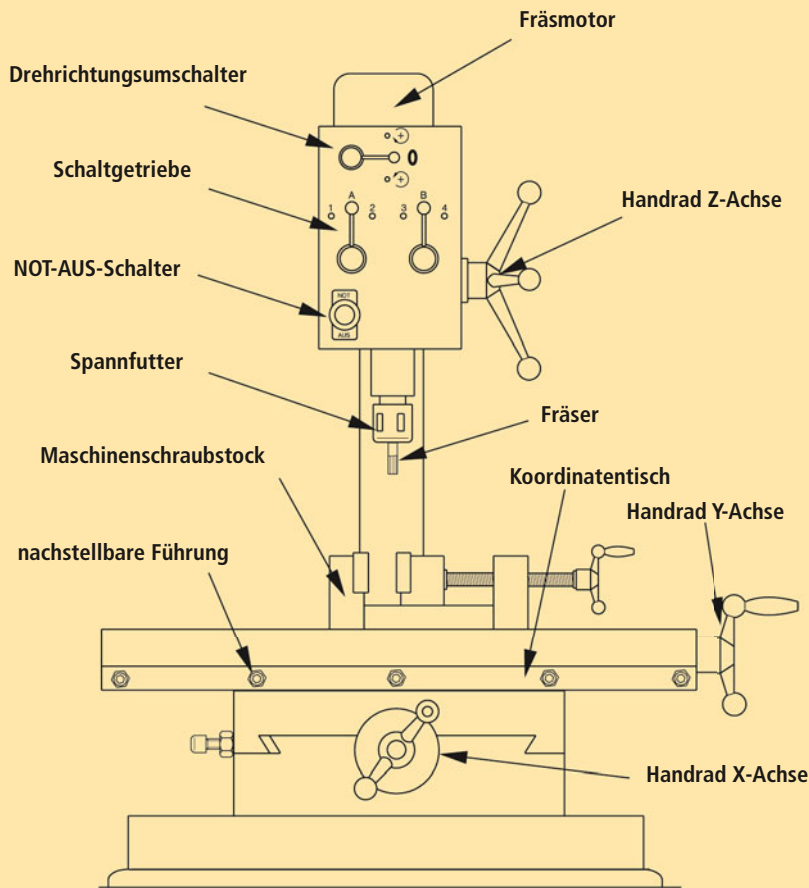
Die Fräsmaschine

Im Gegensatz zur Drehmaschine rotiert bei der Fräsmaschine das Werkzeug, während das Werkstück in meist linearer Bewegung daran entlanggeführt wird. Die mit der Fräse gefertigten Werkstücke werden also in der Regel quaderförmig sein oder präzise Bohrbilder aufweisen.

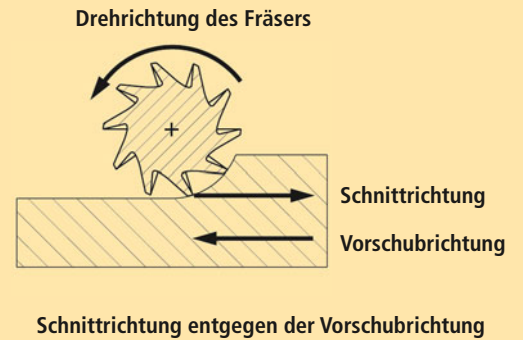


Ein massiver Maschinenschraubstock – ohne den geht nix!

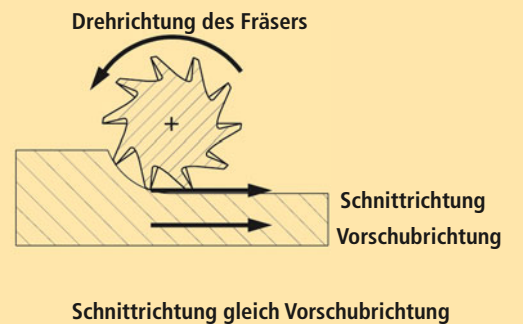
Die Fräsmaschine



Gegenlaufräsen



Gleichlaufräsen



Fräswerkzeuge

Für den Modellbau am geeignetsten sind die sogenannten Fingerfräser. Diese kleinen Walzenstirnfräser, mit denen am Fräserumfang wie auch an der Stirnseite gearbeitet werden kann, sind universell einsetzbar. Es sind auch kleinere Durchmesser, Scheibenfräser und sogar Planköpfe erhältlich, deren Anschaffung aber nur sinnvoll ist, wenn auch die Fräsmaschine von der Stabili-

tät und Leistung her ein solches Werkzeug verkraftet.

Sicherheit und Unfallschutz

Die größte Gefahr geht beim Fräsen von dem schnell rotierenden Fräser im Spannfutter aus. Man sollte daher beim Fräsen immer eine Schutzhaube verwenden, um von Spänen oder einem gelösten Werkstück nicht getroffen zu werden. Lose oder herabhängende

Kleidungsstücke oder Schmuck werden schnell vom rotierenden Fräser erfasst. Ein Fräser ist äußerst scharf und verursacht üble Schnittwunden, selbst ein nur 2 mm großer Fräser. Bei der Verwendung eines Bohrfutters kann ein versehentlich im Futter stecken gelassener Spannschlüssel beim Einschalten der Maschine durch die Werkstatt katapultiert werden – daher sollte man sich angewöhnen, den Spannschlüssel niemals im Futter stecken zu lassen.

Fräser und Materialien

Schaftfräser (Fingerfräser)											Ausspindelkopf				
Fräser-															
durchm. in mm:	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	40	60
Stahl	2200	1500	1100	900	740	630	550	500	450	370	300	220	150	110	70
Grauguss	1400	950	710	570	470	410	360	320	290	240	190	140	100	70	50
Messing	5600	3700	2800	2200	1800	1600	1400	1200	1100	900	740	560	370	280	180
Kupfer	6300	4200	3200	2500	2100	1800	1600	1400	1300	1000	850	640	430	320	210
Aluminium	5900	4000	3000	2300	2000	1700	1500	1300	1200	980	780	590	390	300	200
Thermoplast	1700	1200	870	700	580	500	440	390	350	290	233	180	120	90	60
Hartpapier	2500	1700	1300	1000	850	730	640	570	510	420	340	260	170	130	80
Umdrehungen des Fräasers pro Minute															

Lötkolben und Lötstation für Weichlot sowie ein Gasbrenner für Weich- und Hartlot. Der Gasbrenner wird immer dann eingesetzt, wenn größere Blechteile mehr Energie erfordern oder beim Hartlöten höhere Temperaturen notwendig sind.



Wenn Metallteile verbunden werden

Weich- und Hartlöten

Die haltbarsten Verbindungen für Bauteile aus Metall untereinander entstehen durch Weich- und Hartlöten. Es lassen sich allerdings nicht alle Werkstoffe verlöten und die Handhabung von Lot und Lötgerät ist etwas komplizierter als beim Kleben.

Weichlöten lassen sich alle NE-Metalle und Stähle, mit Ausnahme von Aluminium. Für Aluminium sind teure Speziallote erhältlich, deren Verarbeitung nicht einfach ist. Auch die spätere Lötstelle ist weit weniger belastbar. Zum Löten werden Lötkolben oder Flammlötgerät, Lot und Flussmittel benötigt.

Weichlöten

Weichlöten bedeutet nicht nur, dass das dafür erforderliche Lötzinn weich ist, sondern auch, dass die Löttemperaturen nur zwischen 180 °C und 450 °C liegen. Die Komplettausstattung einer Modellbauwerkstatt besteht aus:

- Flammlötgerät
- Lötkolben mit gut 80 W Leistung für größere Arbeiten
- Lötgriffel mit ca. 30 W Leistung für feinere Arbeiten und Elektronik

- Lötzinn (Durchmesser 1-2 mm) mit eingebettetem Flussmittel
- Lötpaste für feine Lötstellen
- Löffett für größere Verbindungen
- hitzebeständige Lötunterlage

Unbedingt achten sollte man auf eine speziell beschichtete, auswechselbare Lötspitze. Lötspitzen aus Kupfer neigen zum Verzundern und nehmen dann kein Lot an, wodurch man schnell die Lust am Löten verliert. Eine hitzebeständige Lötunterlage – zum Beispiel die Lötunterlage (Art.-Nr. 61021) oder die keramische Lötplatte (Art.-Nr. 61022) von Fohrmann – ist ebenfalls äußerst hilfreich.

Zangen, Klammern, Kreuzpinzetten, Feilen, Stecknadeln, Stahlstifte und ähnliche Werkzeuge dienen der Fixierung der Bauteile beim Löten. Zum Reinigen dienen kleine Drahtbürsten und Stahlwolle oder auch Schmirgelleinen bei größeren Arbeiten.

Die sorgfältige Vorbereitung der Verbindungsstellen und das geeignete Lot, aber auch die richtige Größe des Lötkolbens sind entscheidend für die Haltbarkeit der Lötverbindung. Jedes Metall oxidiert unter Luft- und Wärmeeinwirkung. Vor jedem Lötvorgang muss die harte Oxidschicht an den Oberflächen mit einer Stahlbürste oder dem Roco-Rubber so lange behandelt werden, bis sie metallisch blank ist. Andere Verschmutzungen wie Öl, Fett oder auch nur Fingerabdrücke sind mit Spiritus oder Azeton zu entfernen.

Bei elektronischen Bauteilen sollte als Flussmittel nur Kolophonium eingesetzt werden. Fittingslotpasten oder Lötwasser enthalten Säuren, welche die elektronischen Bauteile und sogar die Leiterbahnen beschädigen können. Bei Blechen mit größeren zu verlötenden Flächen hingegen sind Löffett und Lötwasser gut geeignet. Für kleine Bauteile wie z.B. Messingussteile eines Bausatzes ist Lötpaste ideal, da hierbei nicht zu viel Lot aufgetragen wird.

Schlacken oder Krusten bilden sich nach längerem Gebrauch auch bei den besten Lötspitzen. Da sie das Löten erheblich erschweren, werden sie mit einem weichen Lappen oder einem angefeuchteten Schwamm abgewischt. Viele Lötstationen haben bereits einen im Lötkolbenständer integrierten Reinigungsschwamm. Für verzundernde Lötspitzen aus Kupfer ist ein Salmiak-

stein die letzte Möglichkeit zur Reinigung. Die derart gereinigte Spitze muss anschließend mit Löt fett benetzt und mit Lot verzinnt werden. Ist die Löttemperatur erreicht, fließt das Löt zinn von selbst über die Lötspitze. Große Tropfen überflüssigen Zinns werden in das feuchte Schwämmchen oder in einen Lappen gewischt. Unvorsichtiges Wegschleudern des heißen Löt zinns kann übrigens hässliche Brandflecken verursachen.

Jetzt werden beide Lötstellen auf die erforderliche Schmelztemperatur des Lotes gebracht. Das Löt zinn muss unbedingt an der Verbindungsstelle aufgeschmolzen werden, und nicht nur an der Löt kolbenspitze. Ansonsten werden die Bauteile nur miteinander verklebt – man spricht dann von einer „kalten“ Lötstelle. Sie ist nur schlecht elektrisch leitend und von geringer Festigkeit.

Das Zinn muss von selbst auf die Oberfläche und in die Ritzen und Spalte kriechen. Hierhin wird es durch die Kapillarkraft wie von selbst gesaugt, wenn vorher alles blank war. Oberstes Gebot beim Löten: Je weniger Lot, desto besser!

Also: Zu verlötende Bauteile gut vorbereiten, sicher auf hitzebeständiger Unterlage fixieren, die mit Löt fett benetzte Löt kolbenspitze erwärmen und erst zuletzt das Lot der erwärmten Lötstelle zuführen. Immer nur so wenig Lot wie nötig verwenden!

Hartlöten

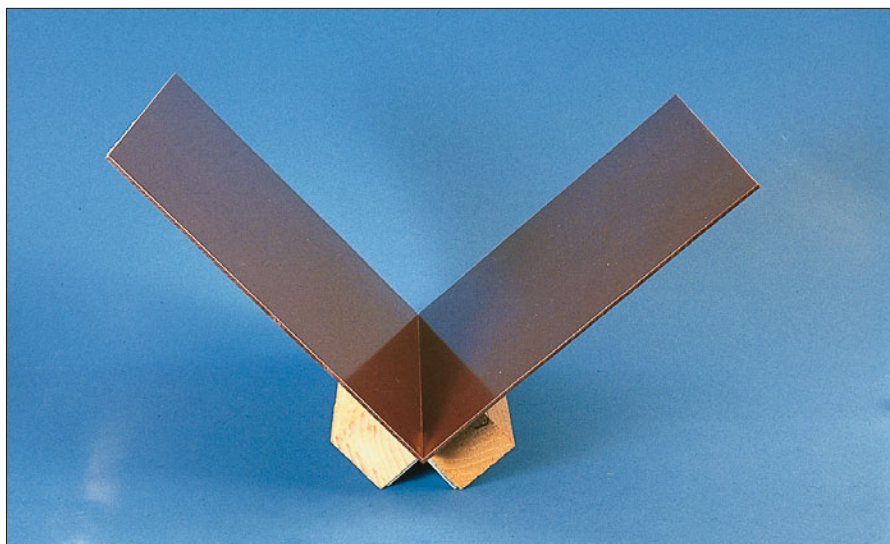
Im Gegensatz zum Weichlöt vorgang wird beim Hartlöten die Verbindung erheblich fester und haltbarer. Anstelle der weichen Zinnlegierungen werden Messing- oder Neusilberlote verwendet. Die Löttemperaturen liegen wesentlich höher, etwa zwischen 650 und 900 °C. Hier ist für den Löt kolben endgültig Schluss, für das Hartlöten benötigen wir also:

- einen geeigneten Gasbrenner mit regulierbarer Flamme
 - speziellen Löt draht
 - spezielles Flussmittel
 - eine hitzebeständige Löt-Unterlage
- Der Gasbrenner sollte mindestens eine Temperatur von über 650 °C erreichen.

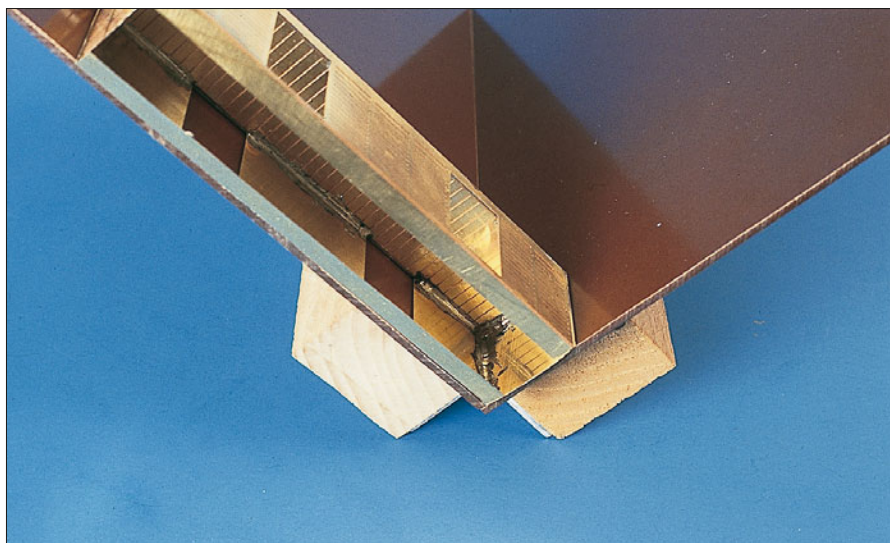
Prinzipiell taugt auch Messingdraht als Hartlot. Für unsere Zwecke sind aber die recht teuren Silberhartlotstäbe mit und ohne Flussmittelumhüllung wegen ihrer geringen Arbeitstemperatur von ca. 620 °C besser geeignet. Obwohl die Temperatur der Flammen-



Löten sollte man auf einer Lötunterlage, diese ist für das Kolben- und Flammlöten geeignet.



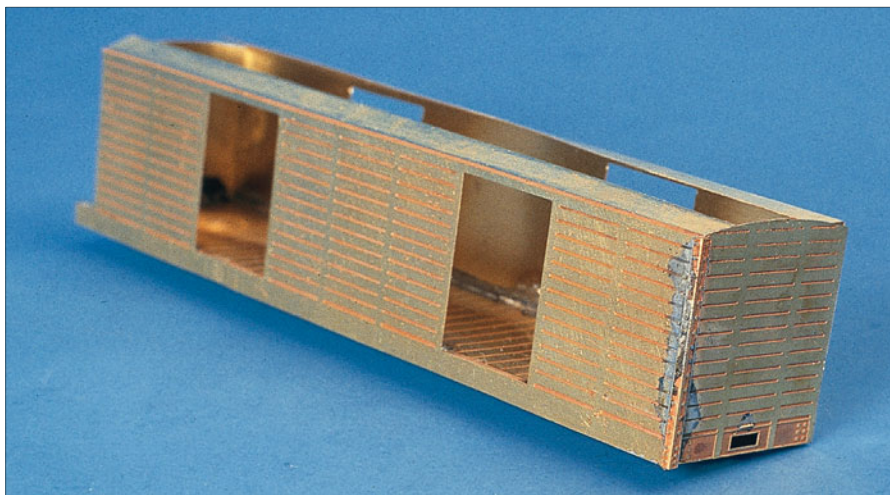
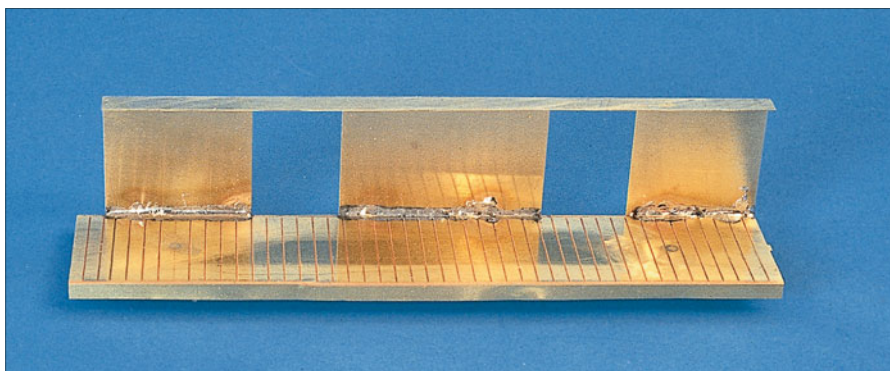
Aus Pertinaxplatten entsteht eine Vorrichtung zum exakt rechtwinkligen Verlöten von Blechen.



Sie eignet sich etwa dazu, Wagenkästen von Kleinserien-Messingbausätzen sauber und maßhaltig zu verlöten.

Lote und Temperaturen

Kurzbezeichnung	Zusammensetzung	Löttemperatur
Weichlote		
L-PbSn25Sb	74 % Blei, 25 % Zinn, Antimon	260 °C
L-PbSn40	60 % Blei, 40 % Zinn	235 °C
L-Sn60Pb	60 % Zinn, 40 % Blei	183 °C
L-Sn60PbAg	60 % Zinn, ~36 % Blei, Rest Silber	180 °C
Hartlote		
L-CuP8	92 % Kupfer, 8 % Phosphor	710 °C
L-CuZn40	60 % Kupfer, 40 % Zink	900 °C
L-CuZn46	54 % Kupfer, 46 % Zink	845 °C
L-Ag75	75 % Silber, 22 % Kupfer	770 °C
L-Ag40Cd	40 % Silber, 20 % Cadmium, 19 % Kupfer, Rest Zink	610 °C
L-Ag20	20 % Silber, 44 % Kupfer, 0,2 % Silicium Rest Zink	810 °C



krone selbst bei einem einfachen Butangasbrenner etwa 1400 °C beträgt, reicht die Wärmeenergie zum Hartlöten größerer Werkstücke nicht aus.

Das Flussmittel ist fürs Hartlöten unerlässlich, da es Oxidation an den Oberflächen verhindert. Da diese gerade bei höheren Temperaturen sehr rasch stattfindet, geht ohne geeignetes Flussmittel so gut wie nix.

Auch beim Hartlöten sollte eine Lötunterlage zur Hand sein, will man Brandspuren auf dem Arbeitstisch vermeiden. Wie beim Weichlöten müssen die Lötstellen blank geputzt und absolut fettfrei sein. Außerdem müssen die Bauteile die höheren Temperaturen natürlich schadlos verkraften.

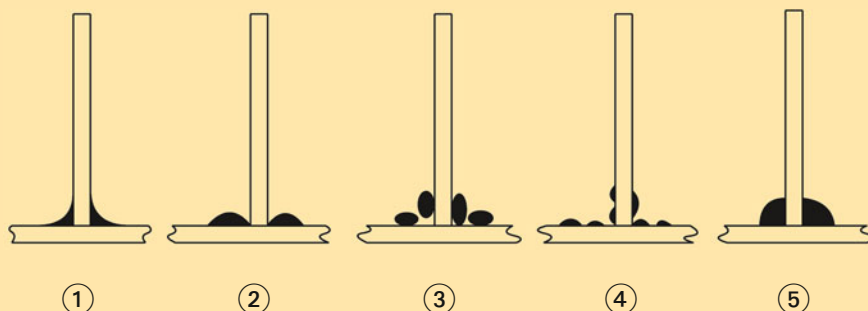
Die beiden zu verlötenden Bauteile werden mit der Flamme vorsichtig dunkelrot erhitzt. Gleichzeitig wird der Lötstab herangeführt, damit sich durch die Wärme das Flussmittel auf der Lötstelle verteilt. Bei richtiger Vorgehensweise bildet sich sofort eine Schutzschicht, die bei steigender Wärmezufuhr das Lot in die Ritzen und Fugen fließen lässt.

Ist der Hartlotvorgang nicht erfolgreich verlaufen, muss man wieder ganz von vorne (mit Reinigen, Blankmachen usw.) beginnen. Das Flussmittel lässt sich kalt nur schwer entfernen. Daher sollte man die noch heiße Lötstelle schnell unter heißem Wasser abschrecken, die meisten Flussmittelreste springen dadurch sofort ab.

Links oben: Das erste Seitenteil ist an die Bodengruppe gelötet (links Mitte).

Links: Der fertig verlötete Wagenkasten

Lötstellen und Lötfehler



- ① gute Lötstelle
- ② Lot nur einseitig angenommen, unverlötetes Teil nicht sauber oder nicht heiß genug
- ③ Lot klebt in Tropfen, Lötstelle nicht sauber oder nicht heiß genug
- ④ Lötstelle mit nicht verlöteten Bereichen, nicht komplett sauber
- ⑤ Lötstelle mit zu viel Lot

Damit's fein wird!

Werkzeuge, Farben, Bauteile von Weinert

WEINERT MODELLBAU



Mittelwendung 7 • 28844 Weyhe-Dreye
www.weinert-modellbau.de • www.mein-gleis.de

Ihr VGB-Vertriebspartner in Regensburg

Bahnhofsbuchhandlung
im Hauptbahnhof Regensburg

VGB
[VERLAGSGRUPPE BAHN]

VGB-Gesamtprogramm

Alles zum Selbstätzen, Messing- u. Neusilberbleche von 0,1 bis 0,8mm, beidseitig m. Fotolack beschichtet und mit Schutzfolie abgeklebt, Ätzanlagen, Belichtungsgeräte, Chemikalien, Schwarzbeizen für verschiedene Metalle, viele Messingprofile, Ätzteile für Baugrößen Z, N, TT, H0, 0, Miniaturketten, Auftragsätzen nach Ihrer Zeichnung

Ätztechnik

Ausführlicher und informativer
Katalog gegen € 5,- Schein oder Überweisung (wird bei Kauf angerechnet)
SAEMANN Ätztechnik
Zweibrücker Str. 58 • 66953 Pirmasens • Tel. 06331/12440
Internet: www.saemann-aetztechnik.de Mail: saemann-aetztechnik@t-online.de

DIE Buchhandlung mit Gleisanschluss

LUDWIG

www.lesen-mit-ludwig.de

Hbf • 50667 Köln • Tel.: 0221 / 16072-0
Besuchen Sie unsere sehr gut sortierte Fachabteilung für Eisenbahnliteratur im 1. Stock

LESEN mit LUDWIG

Westfalia

Alles für Ihr *immer praktisch!*
kreatives
Zuhause!

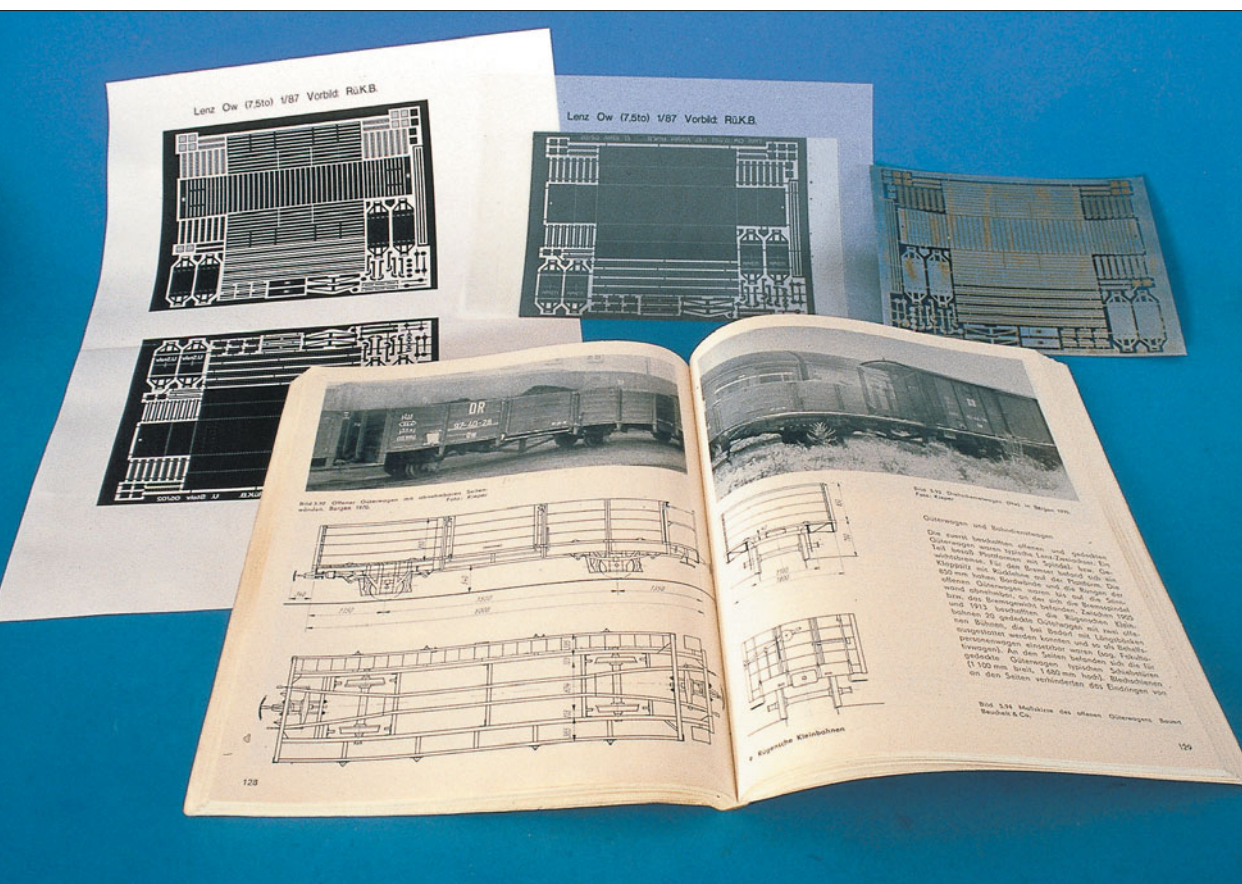
Westfalia.de

Seit 1923
Qualität
von
Westfalia

JETZT
10%
Rabatt sichern
Einfach auf www.westfalia.de
Rabatt-Code 50577
einlösen und exklusiven
Rabatt sichern!

Exklusiv Vorteil für MIBA Leser bei Westfalia.de

* Je Kunde nur einmal einlösbar - www.westfalia.de
Gültig bis 01.06.2015! Keine Barauszahlung



Das Ergebnis einer Ätzaktion: Die geätzten Messingbleche für den Selbstbau eines offenen H0e-Schmalspurwagens. Anhand einer Zeichnung und Fotos im Buch „Rügensch Kleinbahnen“ entstand im PC die Ätzvorlage.

Filigrane Teile – selbst erstellt

Metallätzen

Der individuelle Fahrzeug- und Gebäudemodellbau ist eine Domäne der Ätztechnik. Fein detaillierte und filigrane Teile entstehen hierbei auf fotochemischem Wege aus beschichteten Kupfer-, Messing- oder Neusilberblechen. Und Gründe, dem Ätzen skeptisch gegenüberzustehen, gibt es heute nicht mehr.

Ätzen ist keine Hexerei für den Keller verrückter Chemiker und setzt auch sonst keine speziellen handwerklichen Fähigkeiten voraus. Bei sorgfältigem Vorgehen und pfleglichem Umgang mit den Materialien ist die Metallätztechnik von jedermann beherrschbar. Alle notwendigen Utensilien gibt es übrigens bei Saemann Ätztechnik oder auch bei Conrad Elektronik.

Die Ätzbleche

Zunächst ein Blick auf den Aufbau der fertig beschichteten Ätzbleche. Auf dem Blech ist beidseitig eine dünne Schicht Fotolack (Fotoresist) aufgebracht. Bei Blechen mit positiver Be-

schichtung handelt es sich um einen Nassresist: Der Fotolack wird entweder im Tauch-, Sprüh- oder Walzenauftragsverfahren auf das Blech aufgetragen. Bei Blechen mit negativer Beschichtung spricht man von einem Trockenresist. Dieser wird als dünne Folie mittels heißer Walzen auf das Blech kaschiert.

Fertig beschichtete Bleche haben eine selbstklebende Lichtschutzfolie, die verhindert, dass Licht ungewollt auf den Fotoresist fällt. Diese Klebefolie muss natürlich vor dem Belichten der Bleche abgezogen werden.

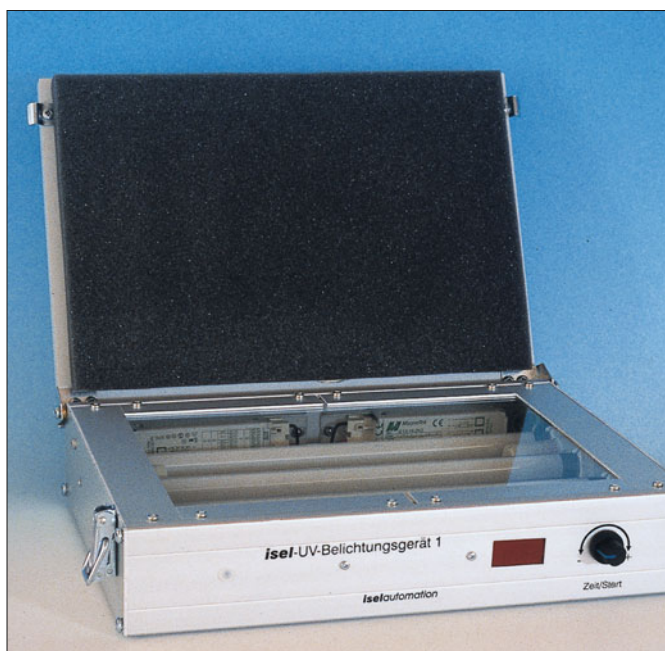
Die zu beschichtenden Bleche werden mit silikonfreiem Scheuerpulver oder feinem Schmirgelleinen blank gemacht. Nachdem das Blech matt glänzt,

spülen wir es unter viel fließendem Wasser ab. Das Wasser muss einen zusammenhängenden Wasserfilm auf der Oberfläche bilden, ohne abzuperlen. Mit einem fusselfreien Tuch wird das Blech trockengerieben und bis zur anschließenden Beschichtung an einem staubfreien Ort gelagert.

Das Aufsprühen des Fotolackes „Positiv 20“ (ebenfalls von Saemann) muss bei gedämpftem Licht erfolgen. Im Kreuzgang wird das waagrecht liegende Blech aus ca. 20 cm Abstand dünn und gleichmäßig besprüht. Zum Trocknen kommt das Blech ebenfalls waagrecht an einen trockenen, staubfreien und dunklen Ort. Für nur einseitig geätzte Bleche wird die Rückseite nicht mit Fotolack, sondern mit „Plastik Spray 70“ besprüht.

Die Vorlagen

Bei dem von uns gewählten Positivverfahren bleiben alle gezeichneten Flächen und Linien als Metall erhalten. Ist bereits eine Vorlage vorhanden, kann diese in einem Copy-Shop gleich auf eine Folie kopiert werden. Erstellen wir die benötigte Vorlage selber, so zeichnen wir die Teile mit einem Tuschefüller in Originalgröße auf Transparentpapier oder Folie. Grundregel:



Das Belichtungsgerät von Saemann mit Zeitautomatik

Beidseitige Belichtung, links die Unterseite, rechts die Oberseite. Die Gerätekanten bilden den Anschlag.



Das spätere Ätzteil ist immer nur so gut wie die Vorlage!

Bessere Vorlagen erhält man bei einem Reprobetrieb oder in einer Druckerei. Sie geben die Zeichnungen auf sogenanntem Repro-Film aus. Noch viel bessere Möglichkeiten bietet der Computer. Mit einem Zeichenprogramm und einem Drucker hoher Auflösung (am besten Laserdrucker) lassen sich sehr gute und maßhaltige Vorlagen erstellen. Der Ausdruck sollte aber auf speziellen Folien erfolgen.

Bei der Zeichnung der Vorlagen darf man auf keinen Fall die kleinen Haltestege zwischen Bauteil und Blechrahmen vergessen, ansonsten fallen die fertigen Ätzteile aus dem Blech in das Ätzbecken.

Das Belichten

Alle Arbeiten können bei stark gedämpftem Tageslicht ausgeführt werden. Durch die Belichtung wird die Zeichnung auf das Blech übertragen. Die lichtdichte Zeichnung deckt den Fotolack auf dem Blech ab und das Licht der UV-Lampen trifft durch die Folie nur auf die nicht abgedeckten Stellen des Fotolackes. Im Entwicklerbad wird nur diese Schicht vom Entwickler weggespült und deswegen bleibt nur das genaue Abbild der Zeichnung auf dem Blech erhalten. Der nicht entwickelte Fotolack schützt das Blech vor der Ätzflüssigkeit, die das ungeschützte Metall auflöst.

Ist das einseitige Belichten noch mit

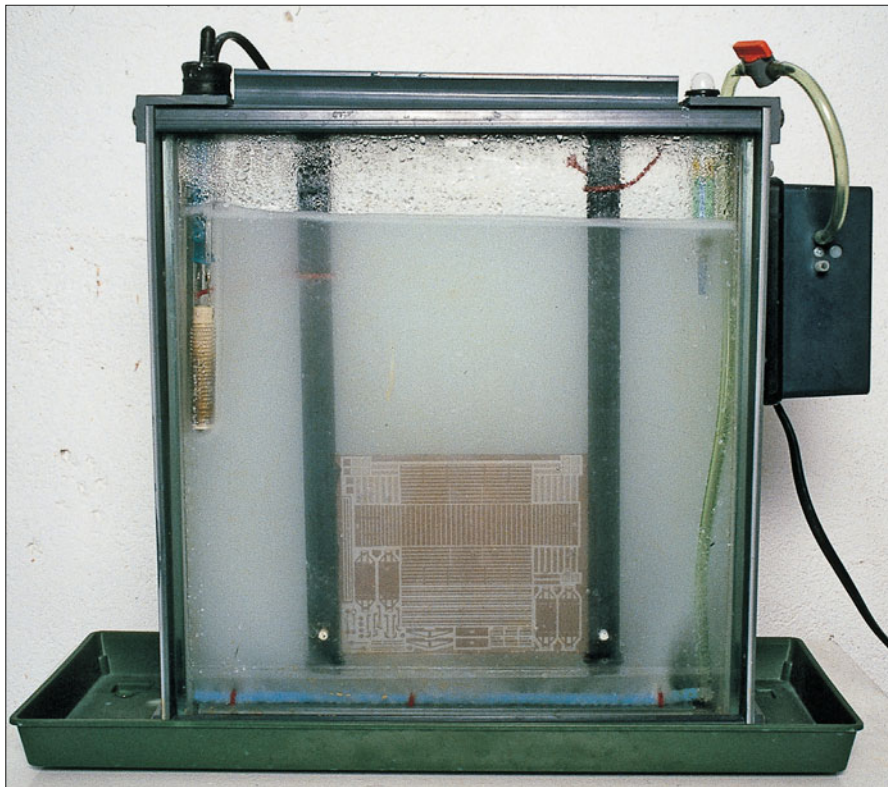
Falsch geätzt? Das ist passiert:

- **Fotoschicht nicht vollständig entwickelt.** Die Belichtungsdauer war zu kurz, was beim Entwickeln an einem rötlichbraunen Farbumschlag der belichteten Bildpartien zu erkennen ist. Die Konturen der Teile sind auch nicht scharf abgegrenzt. Diese Schicht lässt sich im Entwicklerbad nur sehr schwer entfernen.
- **Kompletter Bildverlust** hat seine Ursachen in zu langer Belichtung, einer lichtdurchlässigen Zeichnung oder einer Zeichnung, die nicht völlig plan auf dem Blech aufliegt. Die Zeichnung erscheint beim Entwickeln kurz und wird danach aufgelöst.
- Dauert das **Entwickeln sehr lang**, dann wurde zu kurz belichtet. Oder die Entwicklerlösung ist zu schwach oder verbraucht. Es bleibt ein Restschleier der Fotoschicht auf dem Blech und das Ätzmittel greift das Blech nicht an.
- Geht das **Entwickeln zu schnell**, dann ist das Entwicklerbad zu heiß oder die Konzentration zu hoch. Hier kann der gesamte Fotolack weggeschwemmt werden.
- Dauert das **Ätzen zu lang**, ist das Bad verbraucht oder die Temperatur zu gering. Bei unterschiedlichem Materialabtrag wurde das Ätzbad nicht gleichmäßig bewegt. Dies gilt auch, wenn Teile unter- oder gar weggeätzt werden, während Stellen fast keinen Abtrag zeigen.

einer UV-Birne und einer Glasscheibe möglichst, benötigen wir für das zweiseitige Ätzen quasi eine „Folientasche“ aus den Vorlagen für Vorder- und Rückseite. Hierfür werden die Folien deckungsgleich aufeinander gelegt und an den linken und rechten Rändern mit Klebestreifen fixiert. In diese Tasche schieben wir das Blech. Auf keinen Fall dürfen Folien oder Blech beim Belichten verrutschen. Auch hier helfen wieder Klebestreifen.

Das Entwickeln

Wir füllen den Entwickler in eine flache Schale und legen ein belichtetes Blech hinein. Nach spätestens einer Minute sollte sich die Zeichnung allmählich



Das belichtete und entwickelte Blech im Ätzbad von Saemann, die Luftblasen bewirken eine Zirkulation des Ätzbades. Doch auch hier hat es sich bewährt, das Blech häufiger mal zu bewegen und zu wenden. Denn trotz der Luftblasen ist das Ätzbad auf der Seite der Heizung etwas wärmer und somit effektiver.

Die benötigten Chemikalien und das Blech gibt es aus einer Hand bei Saemann Ätztechnik. Insbesondere die fertig beschichteten Bleche ersparen viel Arbeit. Es gibt sie als Messing- oder Neusilberbleche in unterschiedlichen Materialdicken. Für die hier relevanten Stärken werden 0,2- oder 0,3-mm-Bleche zumeist die richtigen sein.



Die Heizpatrone leistet 150 Watt. Sie sollte auf keinen Fall „trocken“ betrieben werden.



zeigen. Die „Schärfe“ des Entwicklers ist von der Konzentration und von der Temperatur abhängig. Ist das Bad richtig temperiert und stimmt die Konzentration, so ist das Entwickeln nach etwa einer Minute beendet und man spült das Blech unter fließendem Wasser ab.

Das Ätzen

Standard-Ätzmittel ist Eisen-III-Chlorid, eine undurchsichtige, braungelbe Flüssigkeit. Sie ist preiswert und bringt schon bei Raumtemperatur gute Ergebnisse. Dauert der Ätzborgang zu lange, so wird das Ätzbad auf 40 °C bis 50 °C aufgeheizt und aktiviert die Lösung, da-

mit sie wieder Metall abträgt. Die Metallaufnahme liegt bei ca. 50 Gramm je Liter Ätzflüssigkeit. Bei Sättigung bilden sich beim Eisen-III-Chlorid grüne, hochgiftige Kristalle!

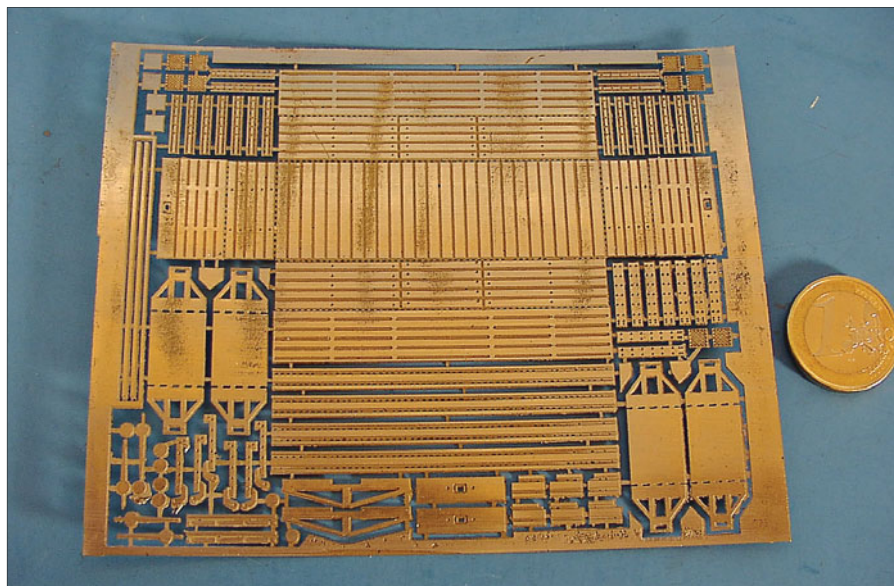
Ein alternatives Schnell-Ätzmittel ist das wasserklare Ammoniumpersulfat. Der Ätzborgang kann von außen gut beobachtet werden. Es ist etwas teurer als Eisen-III-Chlorid und nimmt ca. 40 Gramm Kupfer je Liter auf. Es bekommt während des Gebrauchs eine dunkle grünblaue Farbe.

Das Ätzen in Kunststoffschalen ist für den Einsteiger in die Ätztechnik die einfachste und billigste Lösung. Da die Ätzlösung bei 40 °C bis 50 °C ihre volle Kraft entfaltet, ist das Bad vorher auf

diese Temperatur zu bringen. Das Blech kommt mit der belichteten Seite nach oben in die Kunststoffschale mit der Ätzlösung und wird ständig bewegt. So werden eventuelle Blasen von der Oberfläche entfernt.

Weil die Unterseite schneller ätzt als die Oberseite, müssen beidseitig belichtete Bleche ständig gewendet werden. Nach einigen Minuten sollten deutliche Anätzungen zu sehen sein. Die gesamte Ätzzeit hängt von der Blechdicke, der Konzentration des Ätzbades, der Temperatur und dem Zustand des Bades ab. Sie kann sich bis zu einer halben Stunde hinziehen.

Komfortabler arbeitet es sich mit einer Ätzcuvette mit Heizung und Um-

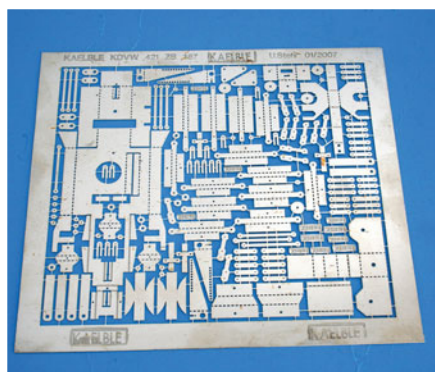
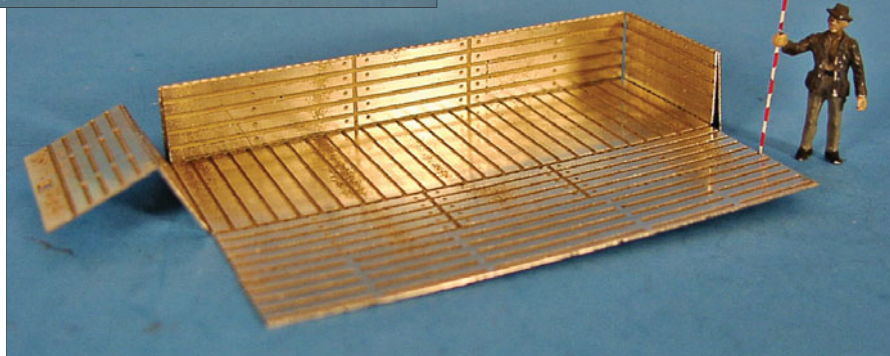


Einige Ätzbeispiele: Aus Neusilberblech von Saemann wurden diese Teile für den Bau eines O-Wagens geätzt. Der Platz auf dem Blech wurde optimal ausgenutzt. Das ist wichtig, weil dann das Ätzbad weniger Metall auflösen muss und somit für mehr Bleche genutzt werden kann. Nachteilig sind hierbei freilich die extrem kurzen Verbindungsstege, die sich nicht mehr einfach mit einem Seitenschneider durchtrennen lassen, ohne die Teile zu beschädigen. Aber es gibt ja auch noch Laubsägen ...

Unten: Der geätzte Wagenkasten wird zusammengeklappt, dank der angeätzten Knickstellen ist dies kein Problem.

Unten: Ein weiteres Beispiel für ein gelungenes Ätzprojekt ist das Chassis für die bekannte Kaelble-Zugmaschine von Kibri, welche auf Funkfernsteuerung (!) umgebaut werden soll. Links im Ätzrahmen das größte Bauteil: der Rahmen. Die zahlreichen sonstigen Teile dienen der Lenkung, dem Antrieb und vielen anderen Sonderfunktionen.

Unten Mitte: Das Chassis ist aus dem Ätzblech vorsichtig herausgetrennt, die Stege sind sorgfältig weggefeilt.



Und so sieht das fertig abgekanntete Bauteil schließlich aus. In dieser Phase zeigt sich, ob man beim Konstruieren alles korrekt bedacht hat. Die zusammengeführten Ecken können verlötet oder einfach nur mit Sekundenkleber fixiert werden.



wälzpumpe. Hierbei wird das Blech in eine Haltevorrichtung aus Kunststoff geklemmt und in das Ätzbad eingetaucht. Der geregelte Heizstab hält das Ätzbad auf konstant 45 °C und die Umwälzpumpe sorgt durch Einblasen von Luft für Bewegung im Ätzmittel. Hierdurch wird ein gleichmäßiger Materialabtrag von beiden Seiten erreicht und der Ätzvorgang beschleunigt. Das Ätzteil sollte von Zeit zu Zeit herausgenommen und auf auftretende Schichtfehler untersucht werden. Diese können nach Abspülen und Trocknen mit Folientusche oder Eddingstift ausgezeichnet werden.

Nachdem der Ätzvorgang abgeschlossen ist, holen wir das Blech aus

dem Ätzbad heraus und spülen es unter fließendem Wasser gut ab. Nach dem Trocknen wird das übrige Resist mit Azeton entfernt.

Sicherheit und Entsorgung

Noch ein paar Warnhinweise zum Schluss: Vermeiden Sie den Kontakt der Chemikalien mit Haut, Augen und Schleimhäuten. Ziehen Sie beim Arbeiten auf jeden Fall alte Kleidung, Gummihandschuhe und eine Schutzbrille an, um sich vor Spritzern zu schützen. Nach jedem Arbeitsgang Hände waschen. Bei Haut- oder Augenkontakt sofort mit viel Wasser spülen, eventuell den Arzt aufsuchen. Bei Verschlucken

sofort viel Wasser trinken und den Arzt aufsuchen. Verschmutzte Kleidung sollten Sie wechseln. Die Chemikalien nur in geschlossenen, gekennzeichneten Behältern (kein Metall!) und für Kinder und Tiere unzugänglich aufbewahren. Natürlich nicht mit Lebensmitteln zusammen lagern.

Die oft vorgeschlagene „Neutralisation“ ist sehr fragwürdig, ebenso das Einleiten von kleinen Mengen zusammen mit viel Wasser in die Kanalisation – denn was heißt „klein“ und „viel“? Der sicherste Weg: Geben Sie die verbrauchten Chemikalien in gekennzeichneten Gefäßen zum Sondermüll. Nur hier kann die giftige Flüssigkeit fachgerecht entsorgt werden.



218 237 mit Kokswagen-Ganzzug im Mai 1985 bei Etzelwang.
Foto: M. Loheisen

Kokswagen Omm 55 in 0 – ein 3D-Druckobjekt

Modelle machen

In den letzten Jahren haben sich 3D-Drucker bei der Herstellung komplexer Musterteile aus Kunststoff immer mehr durchgesetzt. Wie kann man diese Technik nun im Modellbau verwenden und sind alle Druckverfahren für unsere Bedürfnisse brauchbar? Ist es vielleicht schon bald möglich, im eigenen Bastelkeller Modelle auszudrucken?

Koks ist ein Ladegut mit vergleichsweise geringerer Dichte: Steinkohle liegt bei rund 1,35 t/m³, Koks hingegen nur bei 0,56 bis 0,82 t/m³. Bei dieser geringen Dichte konnte die Nutzlast der O-Wagen auch bei vollständiger Befüllung nicht ausgenutzt werden. So wurden rund 140 Ganzstahlwagen mit Aufsätzen zur Erhöhung des Ladevolumens ausgerüstet und bei der Maxhütte in Haidhof als Privatwagen verwendet. Zum Teil trugen sie ein übergroßes MH-Logo der Hütte als Eigentumsmerkmal.

Einer dieser Güterwagen steht heute beim RSWE in Regensburg. In H0 ist dieser Wagen von Märklin/Trix erhältlich, in Baugröße 0 leider nicht. Hier schafft eine Konstruktion für einen 3D-Drucker Abhilfe. Als Basis für die Kokswagen finden ältere Omm 55 von Rivarossi in 0 Verwendung. Die Abmessungen

des Koksaufsatzes wurden vom Vorbild abgenommen und in Details an genau diesen Wagen angepasst. So entsteht ein passgenauer Einsatz für diesen Wagen.

Die Konstruktion

Die Umsetzung in ein Modell erfolgte vollständig am PC. Das ist wohl auch der komplizierteste Teil, wenn man nicht im Umgang mit einem CAD-Programm geübt ist. An Programmen gibt es leider eine große Zahl, sodass es an dieser Stelle wenig Sinn ergibt, auf das in diesem Fall verwendete Programm „Autodesk Inventor 2014“ näher einzugehen. Dies umso mehr, als es sich dabei um ein professionelles Programm handelt, das seinen Preis hat. Aber es sind auch viele brauchbare CAD-Programme als Freeware verfügbar –

meist unter Verzicht auf Funktionen, die wir für unsere Hobbyanwendung ohnehin nicht brauchen.

Hier sollte man bei der Auswahl eines Programmes auf die Ausstattung des eigenen PC achten und auf eine möglichst selbsterklärende Bedienung. Dafür sind fast alle Programme in der Lage, die benötigten .stl-Dateien zu erzeugen. Ist dies nicht der Fall, müssen die erzeugten .step-, .iges-, .3ds- oder .dxf-Files in einem weiteren Schritt umgewandelt werden.

Wichtig ist, dass von vornherein volumenorientiert gearbeitet wird, um später geschlossenen Körper zu erhalten. Mittels Flächen erzeugte Objekte müssen daher zu Volumen ergänzt werden, wobei vielfach Fehler auftreten, die zu nicht vollständig geschlossenen Objekten führen. Auch der Umgang mit Fang- und Kopierfunktionen kann zu Verdoppelungen führen, die später ein erzeugtes Modell unbrauchbar machen. Ein gewissenhaftes Erstellen der Volumenmodelle ist unabdingbar.

Die so erzeugten Daten sind natürlich noch nicht zum Drucken geeignet. Dazu müssen die Objekte noch in einzelne Schichten zerlegt werden. Hierfür wird ein weiteres Programm benötigt, das meist mit dem Drucker mitgeliefert wird und so auch dessen technische Möglichkeiten widerspiegelt. Dieser „slicing“ genannte Vorgang zerlegt nun das zuvor erstellte 3D-Modell in viele einzelne 2D-Zeichnungen, die dann

nacheinander gedruckt werden. Die Höhe der einzelnen Schichten entscheidet über die Rauigkeit der Oberfläche und auch die Druckzeiten.

Der in unserem Fall verwendete Fabster-Filamentdrucker erzeugt beim Druck eine 100 µm dicke Schicht (0,1 mm), das ist für ein großes Modell ohne feine Strukturen, wie unser Koksaufratz, noch ausreichend. Andere Filamentdrucker erreichen heute Schichtstärken bis 20 µm.

Diese Daten werden im Slice-Programm eingegeben, wie auch die Wandstärke und der Füllungsgrad bei dicken oder massiven Bauteilen. Das Errechnen der einzelnen Schichten übernimmt dann das Programm. Es ermittelt auch die benötigte Materialmenge und die Druckdauer. Dieser Vorgang kann, je nach Modell, einige Minuten dauern. Anschließend braucht man den Rechner nicht mehr, die meisten 3D-Drucker sind in der Lage, direkt von einem Datenspeicher aus zu drucken.

Der Druck

So, nun den Datenspeicher einstecken und einfach loslegen? Fast, denn am Drucker selber sind natürlich auch noch einige Einstellungen vorzunehmen. Diese hängen im Wesentlichen vom verwendeten Material ab. Bei Filamentdruckern sind PLA (Polylactid Acid), ABS (Acrylnitril Butadien Styrol) und Nylon zum Drucken sowie als Stützmaterial HIPS (High Impact Polystyrene), das sich in D-Limonene (Terpene) rückstandsfrei auflösen lässt, oder PVA (Polyvinylalkohol), das wasserlöslich ist, gebräuchlich. Diese Materialien benötigen unterschiedliche Temperaturen der Druckplatte, der Düse und individuelle Vorschübe. Wenn diese Daten eingestellt sind und Druckplatte und Düse auf Betriebstemperatur sind, kann der Druck des Modells beginnen.

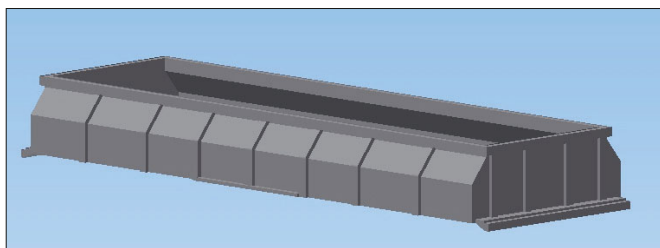
Überarbeiten des Ausdrucks

Ist das Bauteil fertig, muss es – je nach Druckverfahren – gegebenenfalls von Stützmaterialien befreit werden. Anschließend kann man das Bauteil in Augenschein nehmen und entdeckt dabei hoffentlich keine Fehler, die man in der CAD-Datei übersehen hat.

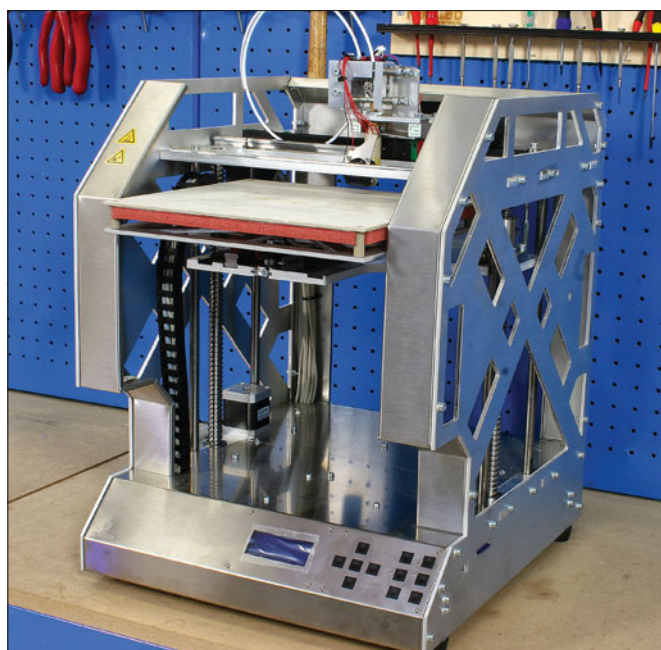
In jedem Fall wird der schichtweise Aufbau des Teils auffallen, denn die senkrechten Seitenwände zeigen diese



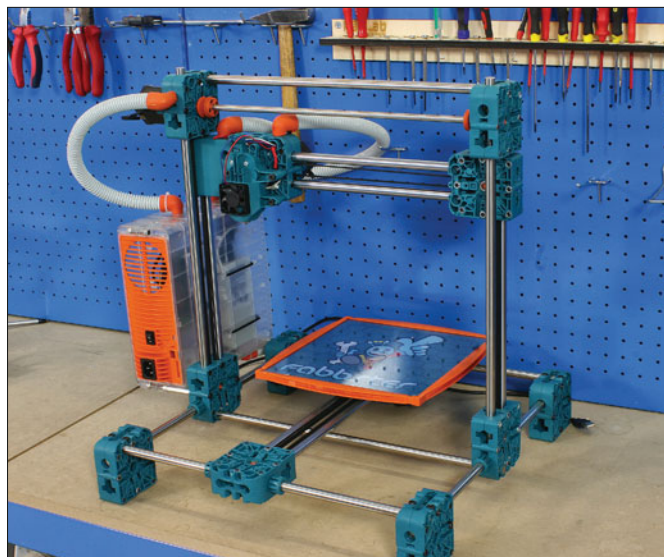
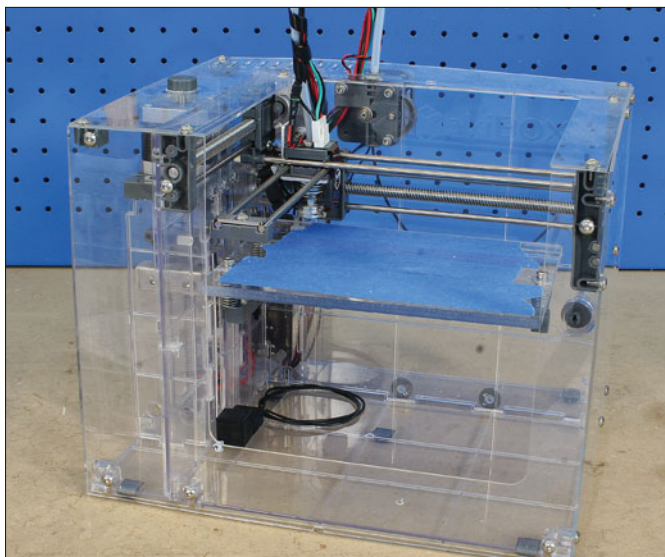
Kokswagen der ehemaligen Maxhütte in Haidhof. Foto: Ch. Wiethaler/Slg. RSWE
Rechts: Die Basis für die Kokswagen ist ein älterer Omm 55 von Rivarossi in Baugröße 0. Das hier gezeigte Modell ist schon mit diversen Teilen gesupert.



Der Kokswagen-Aufsatz entsteht als 3D-Modell am PC, hier im Programm Inventor 2013.

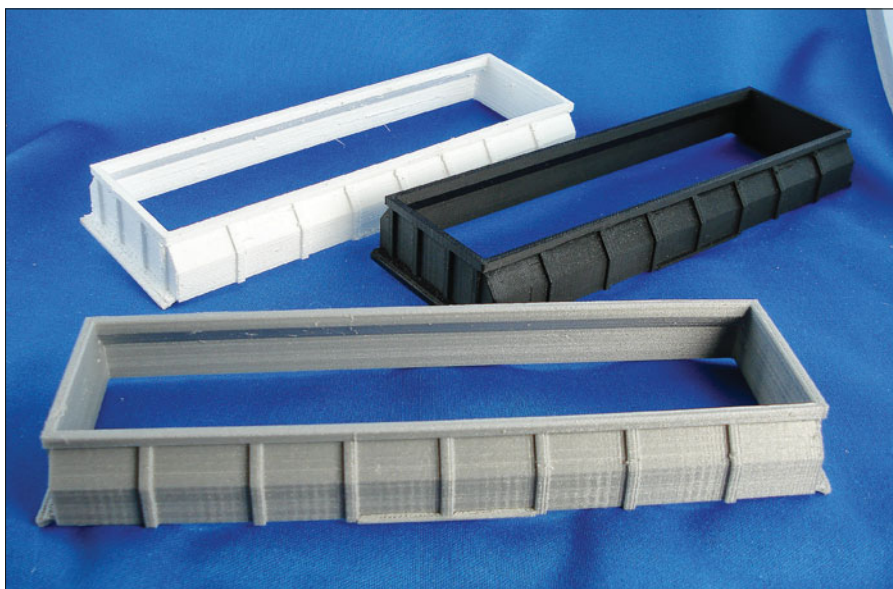


Der Filamentdrucker zum Druck des Aufsatzes für die Kokswagen stammt von Conrad.



Filamentdrucker gibt es derzeit viele, sie sind preislich schon für den Modellbauer interessant. Makerbox (oben links) und ...

... Fabster (oben rechts) sind als Bausatz erhältlich. Mit ein wenig Geschick lässt sich durch eine Selbstmontage viel Geld sparen.



Der Aufsatz für die Kokswagen auf einen Filamentdrucker hergestellt und aus drei unterschiedlichen Kunststoffen (Filamenten). Auf die Feinheit des Ausdrucks haben die verschiedenen Filamente keinen Einfluss.

Unten: Der Kokswagen-Aufsatz auf dem Omm 55. Diese erste Stellprobe zeigt, dass die Maßhaltigkeit sehr gut ist.



Struktur wie ein Baumkuchen. Nun zählt es sich aus, wenn man sich bei den Einstellungen des Druckers für die feinere Schichtdicke entschieden hat.

Dennoch müssen sämtliche Flächen mit feinem Schleifpapier nachbearbeitet werden. Beim hier erstellten Koksauflauf bietet es sich an, das Schleifpapier in schmale Streifen zu schneiden, die ein wenig schmaler sind als die Fächer. So kann mit minimalen Bewegungen die Fläche geglättet werden.

Auch die Kanten sollten sorgfältig kontrolliert und gegebenenfalls nachbearbeitet werden. Und nicht zuletzt muss die Passgenauigkeit des Koksauflaufes am Rivarossi-Wagen überprüft werden, bevor die weiteren Arbeitsschritte folgen.

Tipp am Rande: Nach der Oberflächenbearbeitung ist wohl jedem klar, dass sich für dieses Filament-Druckverfahren nur Modelle mit einigermaßen glatten Flächen eignen. Wer zum Beispiel eine Altbauellok im Sinne hat, wird auf die wesentlich teureren, aber besseren Verfahren ausweichen müssen.

Die Lackierung des Aufsatzes

Trotz sorgfältigster Schleifarbeiten muss das Bauteil mit einer Grundierung vorbehandelt werden, die Füllereigenschaften hat. Solche – auch englisch filler genannten – Grundierungen gleichen bis zu einem gewissen Maß Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche aus. Allerdings sollte man keine Wunder erwarten und lieber etwas mehr Zeit ins Schleifen investieren.



Alterung

Nachdem der Wagen komplett zusammengesetzt, lackiert und beschriftet ist, kann mit der abschließenden Alterung begonnen werden. Ich habe hierbei einige Gebrauchsspuren aufgebracht, da beim Vorbild die Güterwagen nicht in einer Halle untergestellt waren und so jahraus – jahrein Wind und Wetter ausgesetzt sind. Auch waren die Wagen ständig im Einsatz und so dementsprechend „gepflegt“. Durch die Patina gewinnen die Details des Wagens zudem an Tiefe und treten deutlicher hervor.

Bewährt haben sich wie immer wasserlösliche Plaka- oder Binderfarbe in den Farbtönen Schwarz, Rostrot, Hellbraun und Weiß. Auch ein einfacher Tuschkasten leistet hier ganze Arbeit. Als Erstes wird mit einem mittelgroßen Pinsel wenig stark verdünnte mittelgraue Farbe auf das zusammengesetzte Modell aufgebracht und über das ganze Modell verteilt. Hierbei sollte die Farbe nur in den Ritzen und Vertiefungen stehen, ohne dabei abzulaufen. Als nächstes wird eine Schmutzschicht aus nicht so stark verdünnter Farbe aufgetragen.

Die Farbe sollte flächig das ganze Modell ganz leicht bedecken. Als Farbton kommt ein schlieriges Gemisch aus Hellbraun und wenig Grau zur Anwendung. Mit einem weichen Pinsel habe ich jetzt auf einem Blatt Papier weiße Farbe solange ausgestrichen, bis der Pinsel kaum noch Farbe abgibt. Mit diesem Pinsel wird ganz leicht über das ganze Modell gestrichen, sodass die erhabenen Stellen ganz wenig heller werden. Das Ergebnis ist hier zu sehen.

Der Koksaufrichter wurde in diesem Beispiel dunkelgrau gestrichen. Auch Rotbraun wäre denkbar. Am Modell fehlt nun nur noch die typische Maxhütte-Beschriftung der in Ganzzügen eingesetzten Privatwagen.



Für die Alterung werden wasserlösliche Pastelfarben, eine Palette und Pinsel verwendet. Die Palette bietet im Gegensatz zu den in der Malerei üblichen flachen Ausführungen mehrere Vertiefungen. Darin kann auch relativ dünnflüssige Farbe angemischt werden. Unten wartet der Koksaufrichter als fertiges Modell auf die nächsten Einsätze.





Hinter der Lok läuft zum Vergleich ein dreiständiger BT 50. Dann folgen zwei BTms 55 von Krüger Modellbau.

Der Behältertragwagen BTms 55 von Krüger Modellbau

Bausatz mit Blech

Nachdem wir mithilfe von Silikonformen schon massenhaft pa-Behälter angefertigt haben (s.S. 30ff), muss nun der passende Tragwagen her. Als Beispiel eignet sich der Ätzbausatz von Krüger Modellbau, dessen Verarbeitung gewisse Kniffe erfordert.

Die Idee für pa Behälter (pa = porteur aménager) stammt von der Berliner Meierei C. Bolle in Berlin und wurde auf der eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin 1924 zum ersten Mal gezeigt der dem „Haus zu Haus“ Verkehr von Kokosfett diente.

Die ersten Behältertragwagen wurden auf Fahrwerken aus Schadwagen aufgebaut. BT 10 (Lb 576) bestanden aus Fahrwerken der Bauarten „Kassel“ und „München“, der BT30 (Lb 577) aus den Bauarten „Oppeln“, „Klagenfurt“ und „Bremen“. Der BTms 33 entstand durch den Umbau des Rms 31, später auch Rmms 33.

Die erste Neuentwicklung war 1950 der BT(h)s 50 (Lb(r)s) 1950 von der SEAG die 1952/53 mit 1.873 Einheiten in Dienst gestellt wurden. Mit den Erfahrungen des BTs 50 wurde 1955 der BT(h)ms 55 (Lb(r)s) entwickelt der nur geringfügig schwerer als ein BTs 50 einen Behälter mehr transportieren konnte.

Die Modelle

In H0 gibt es praktisch alle Wagen, sowohl mit Epoche-III-Beschriftung als auch bei den neueren mit Epoche-IV-Anschriften. Aktuell kommt in Kürze der vierständige BTms 55 von Liliput in den Handel. Bisher war der BTms 55 in H0 lediglich als Bausatz im Angebot. Den Bausatz brachte die Firma Krüger Modellbau vor geraumer Zeit in Neusilberblech-Ätztechnik mit einigen Kunststoff- und Messingussteilen sowie Achsen und Kupplungen. Er ist erstaunlich komplex und wird über www.wagenwerk.de vertrieben.

Der Bau von Modellen aus Neusilberblech erfordert etwas mehr Übung. Auch die Anleitung beschränkt sich auf eine rein textliche Beschreibung aller nötigen Fertigungsschritte. Hier wären Zeichnungen oder Bilder manchmal hilfreich, allein schon um die benötigten Teile auf dem Ätzblech zu finden und richtig zuzuordnen zu können. Mit

ein wenig Geduld und Überlegung kommt man aber auch zum Ziel. Einige im Internet gefundene Vorbildaufnahmen geben dann auch letzte Klarheit über die Positionen einiger Kleinteile.

Zusammenbau

Der Bau beginnt mit den Seitenteilen, die auf voller Länge abgekantet werden und so später den Rahmen des Wagens bilden. Diese Falze werden innen verlötet. Wichtig ist bei diesem ersten Schritt, dass alle Teile in die richtige Position gebogen werden. Ein Zurückbiegen des mittelharten Neusilberbleches führt unmittelbar zu dessen Bruch und ist dann nur schwer zu verlöten. Unmöglich ist dies aber nicht.

Alle Biegungen müssen vor dem ersten Verlöten in der exakten Position sein, denn mit Hilfe des Flussmittels in der Lötpaste fließt das Lot bevorzugt in die vom Ätzen angerauten Knicklinien, das soll es ja auch, aber leider auch in Knicklinien von noch nicht gebogenen Teilen. Dies lässt sich dann nur noch sehr aufwendig beheben.

Das Ausschneiden der Teile erfolgt – je nach zur Verfügung stehendem Platz – mit Seitenschneider, Minidrill mit Trennscheibe oder einfacher Schere. An ganz engen Stellen hilft eine Laubsäge. Das Versäubern der Teile erfolgt mit einer Feile, Minidrill mit Polierscheibe, Poliergummi und Bürsten.

Als Lötequipment wird eine geregelte

30-W-Lötstation, Röhrenlote, Lotpaste und Flussmittel (Lötwasser) verwendet. Die Reinigung der Bauteile und Lötstellen erfolgt fast ausnahmslos mit der Minidrill mit Messingbürsten.

Nachdem der Rahmen gefaltet und verlötet wurde, wird ein Versteifungsblech eingelötet. Hierbei ist darauf zu achten, dass es beim Verlöten flächig aufliegt. Abweichend von der Anleitung habe ich alle Metallteile miteinander verlötet und weitgehend auf den Einsatz von Klebstoffen verzichtet. Durch die Verwendung von Ätzteilen sind die Berührungsflächen meist sehr klein und da ist eine Lötung doch um einiges stabiler als ein Tröpfchen Sekundenkleber.

Anschließend werden die Brems- und Übergangsbühnen, die Handbremskurbel, Griffstangen und weitere Tritte angelötet. Als Letztes die Laufschienen der pa-Behälter. Alle diese Teile sind mit feinen Passnasen ausgestattet, die in ebenso fein ausgeätzte Schlitzte eingesteckt werden sollen.

Einige dieser geätzten Schlitzte waren bei meinem Bausatz etwas zu schmal, so habe ich die Nasen abgefeilt und die Teile von Hand ausgerichtet. Zum Löten wurden sie dann mit einer kleinen Klemme gehalten. Dies war aber nur bei einigen Laufschienen nötig und nicht weiter problematisch.

Anschließend müssen noch die Löcher für die Puffer wieder auf 2,2 mm vorsichtig aufgebohrt werden. Die dem Bausatz beigelegten Drehteile sind leider keine Federpuffer, so habe ich diese gegen Federpuffer von Weinert ausgetauscht.

Als Letztes werden Kleinteile wie die Bremsumstellhebel in seitlich eingeztete Vertiefungen eingeklebt. Hier habe ich Sekundenkleber den Vorzug gegeben und die feinen Oberflächendetails nicht mit Lot aufgefüllt.

Das Fahrwerk des Btms 55

Die pendelnd aufgehängten Achsen werden in kleinen Rahmen aus Ätzblech gehalten, die unter dem Wagen mit einer M1,4-Schraube befestigt sind. Nach dem Falten werden alle Falze der Rahmen innen verlötet.

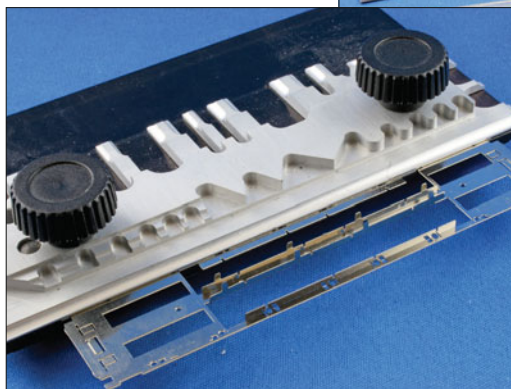
Die Montage der Gussteile an den Rahmen der einzelnen Achsen erfolgt in Klebtechnik. Hierfür wird ein hochfester 2K-Kleber auf Epoxidharzbasis verwendet.

Die Kupplungen werden in kleinen Kurzkupplungskulissen aus Kunststoff



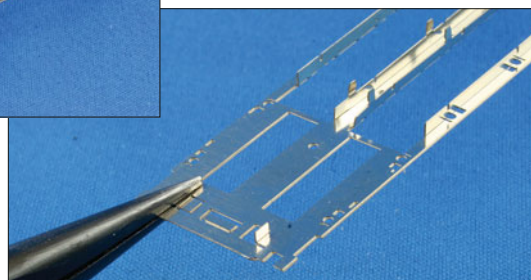
Der Bausatz dieses relativ kleinen Wagens umfasst zahlreiche geätzte Teile aus Neusilberblech und einige aus Messingguss. Außerdem Puffer und Radsätze.

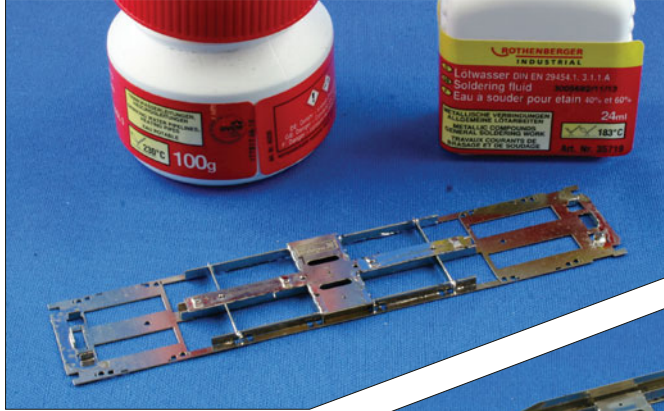
Das A und O bei solchen Blechen ist das Abkanten entlang der eingeztzen Biegelinien. Sollen längere schmale Streifen abgekantet werden, empfehlen sich Hilfsmittel wie verschraubte Aluprofile oder Cuttermesser mit Griff. Professioneller ...



... sind hingegen solche Biegelehren, die für jeden Radius und jede Gerade die passende Hilfe anbieten. Hier ist das Blech des Tragwagens eingespannt, sodass der nächste lange Streifen hochgeklappt werden kann.

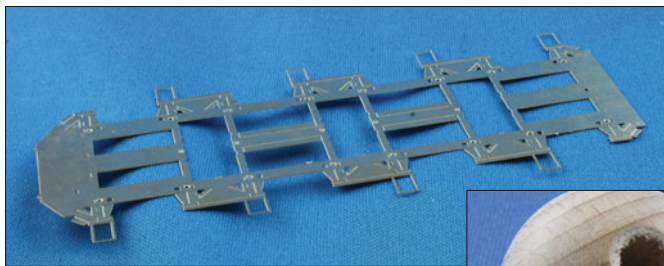
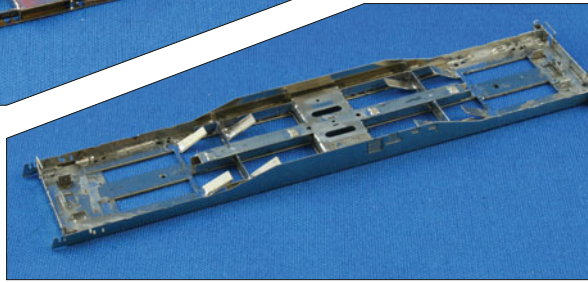
Sind nur kurze Laschen abzuwickeln, genügt das Festhalten mit einer Pinzette. Die Lasche selbst wird mit der Spitze einer Klinge umgebogen.





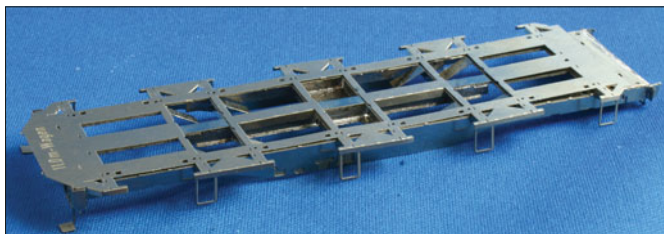
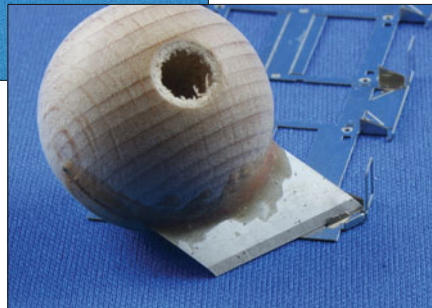
Die abgekanteten Bleche werden mit Lötpaste und Löt-wasser bearbeitet.

Der Rahmen wird komplettiert durch ein Blech, das den typischen außenliegenden Fischbauchträger und die Pufferträger umfasst.



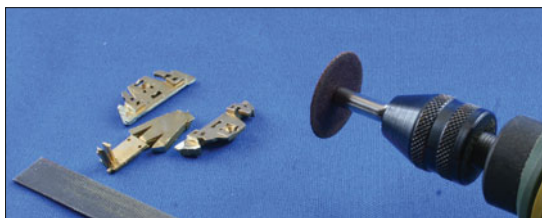
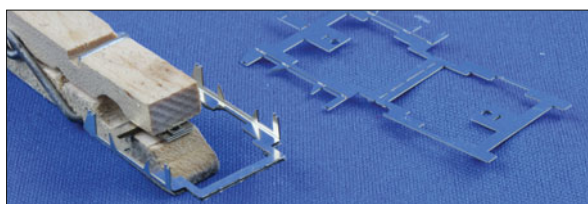
Die Oberseite des Wagens bildet ein Blech, das die vier Behälterstände erkennen lässt.

Hier wimmelt es geradezu von winzigen Ecken, Tritten und Stützen, die alle vorsichtig und präzise umgebogen werden müssen. Ein Stück einer scharfen (neuen!) Abbrechklinge, auf die als Griff z.B. eine Holzkugel geklebt wurde, dient dabei als exakter Anschlag.



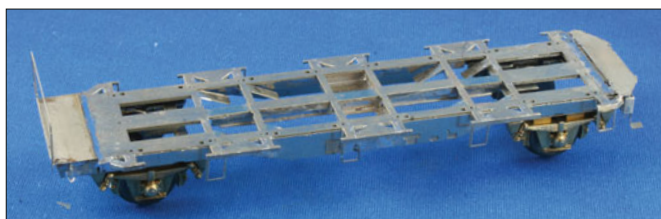
Hier das Zwischen-ergebnis, das schon zweifelsfrei den späteren Wagentyp erkennen lässt.

Die Achslager werden getragen von kleinen Hilfsrahmen, die ebenfalls aus mehreren Blechschichten zusammengefaltet werden. Eine hölzerne Wäscheklammer fixiert die Teile beim Löt.



Die eigentlichen Achslager bestehen aus Messingguss. Für das saubere Abtrennen vom Gießast nimmt man am besten die Korundtrennscheibe der Kleinbohrmaschine.

Rechts der fast fertig zusammengebaute Wagen. Es fehlen nur noch die Schienen für die Behälteraufnahme.



geführt. Diese habe ich nach der Lackierung unter den Wagenboden geklebt und die in der Höhe einstellbare Normaufnahme eingestellt. Das ist ein sehr durchdachtes Prinzip.

Für die eigentlichen Kupplungen habe ich nicht die dem Bausatz beige-fügte Bügelkupplung verwendet, sondern Tauschkupplungsköpfe von Fleischmann, die in allen meinen Fahrzeugen Verwendung finden und ausgezeichnet funktionieren.

Die Lackierung des Btms55

Vor der Lackierung werden alle Baugruppen penibel gereinigt. Weder Flussmittelrest noch Lot oder Fettrückstände dürfen auf den Oberflächen der Metallteile verbleiben.

Als Erstes werden alle Baugruppen grundiert. Der Wagenaufbau und das Fahrwerk sind ein Teil. Diese Baugruppe wird komplett mit Revell matt Nr. 8 gespritzt. Dieser Farbton trifft das Schwarz der Güterwagen recht gut, wie ich finde. Nach dem Spritzen des Fahrwerks werden die verschiedenen Kleinteile wie Griffstangen, Bremslastumschalter und ähnliches, mit dem Pinsel von Hand gestrichen.

Die Beschriftung des Btms 55

Die Beschriftung des Bausatzes erfolgt mit Nassschiebebildern. Bei Krüger ist auch ein zweiter Beschriftungssatz mit anderer Betriebsnummer zu bekommen. Diese Nassschiebebilder verfügen über einen sehr dünnen und matten Trägerfilm. Für das Anbringen der Schiebebilder verwendet man eine spitze Pinzette, saugendes, fusselfreies Papier, eine Nagelschere und ein flaches Schälchen mit Wasser.

Die Beschriftungen werden so knapp es eben geht ausgeschnitten. Nach dem Zuschneiden sollten die Beschriftungen an den entsprechenden Platz gehalten werden, um zu sehen ob sie passen. Nach dem Einweichen und Aufbringen der Beschriftung kommt noch Weichmacher zum Einsatz. Überschüssige Flüssigkeit wird wiederum mit Papier abgesaugt.

Nachdem der Wagen komplett zusammengesetzt, lackiert und beschriftet ist, kann mit der abschließenden Alterung begonnen werden. Diese erfolgt wie bei den anderen Wagen auch. So kann der Wagen – bestückt mit vier Behältern der Wahl – in den Betriebsdienst gehen.

Rechts die Grundausrüstung der Modellbahn-Werkstatt. Vieles davon dürfte in den meisten Haushalten bereits vorhanden sein. Unten einige nützliche Geräte für die „zweite Stufe der Werkstattreform“: Tischkreissäge, Tellerschleifer, Oberfräse, 12-V-Stichsäge, Schwingschleifer. Die meisten dieser Werkzeuge sind speziell für Modellbauzwecke konzipiert.



Welche Werkzeuge wann besorgen?

Schritt für Schritt zur Werkstatt

Braucht der Modellbahner wirklich eine Werkstatt, die voll gestopft ist mit den tollsten Werkzeugen? Muss man die alle auf einmal kaufen? Wenn nicht: Welche Werkzeuge sollte man sich wann zulegen? Ein letztes Kapitel will Bastlern und Anlagenbauern ein paar Hinweise geben, was in die Erstausrüstung gehört und wann welche Ergänzungen wirklich sinnvoll sind.

Ganz klar: Die folgenden Aufstellungen erheben weder Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Objektivität. In jedem Bastelkeller werden andere Schwerpunkte gesetzt, wie dies im Übrigen auch bei den Autoren dieser Broschüre der Fall war ...

Für den Anfang sind folgende Werkzeuge sinnvoll:

- Stahllineale 20 und 30 cm
- Zollstock
- Messschieber
- Bandmaß
- Wasserwaage 40 cm
- Geodreieck mit 20 cm Kantenlänge
- kleiner Standwinkel
- mittelgroßer Blechwinkel
- Druckbleistift und superfeine wasserfeste Faserstifte
- Bastelmesser mit Abbrechklinge
- Bastelmesser mit Spitzklinge
- kleine Bastelschere für feine Arbeiten

- größere Papierschere für lange Schnitte
- Bastelsäge mit feinem Sägeblatt
- Feinsäge evtl. mit Gehrungslade
- Laubsäge
- Satz Nadelfeilen
- Satz Schlüsselfeilen
- Messingbürste zum Reinigen der Feilen
- Schleifklotz aus Kork mit passendem Schleifpapier
- Glasradierer
- Satz Pinzetten
- Satz kleine Klemmzwingen
- verschiedene Schraub- oder Einhandzwingen
- kleiner Schraubstock
- kleine Flach- und Rundzange
- kleiner und mittlerer Seitenschneider, ggf. watenfreier Schneider
- mittelgroße Kombizange
- Abisolierzange

- Satz Uhrmacherschraubenzieher
- Satz mittelgroße Schraubenzieher (Flach und Kreuz)
- Satz Imbus- (Außensechskant-) Schlüssel
- Satz Maulschlüssel
- kleiner und mittelgroßer Hammer
- Stechbeitel
- Satz Spachtel
- 12-Volt-Kleinbohrmaschine mit Einsatzwerkzeugen, passend dimensioniertem Trafo und Bohrständer
- Heimwerker-Bohrmaschine mit Drehzahlregelung
- je ein Satz Holz- und HSS-Bohrer
- Stichsäge mit Drehzahlregelung
- Schwingschleifer
- LötKolben mit Entlötgerät

Mit diesen Werkzeugen dürften sich schon die meisten Projekte aus der Modellbahnpraxis bewerkstelligen lassen. An manuellen Werkzeugen ist der Bestand dann auch weitgehend komplett.

Nach und nach können noch einige Elektrogeräte dazukommen:

- 12-Volt-Tischkreissäge
- 12-Volt-Stichsäge
- 12-Volt-Oberfräseinrichtung
- 12-Volt-Schwingschleifer
- Heimwerker-Oberfräse mit Drehzahlregelung
- Tellerschleifer

Alles Weitere ist zu speziell um hier allgemeine Empfehlungen machen zu können. Ein passionierter Fahrzeugbauer braucht andere Werkzeuge als ein Elektrotechnik-Freak und dieser wiederum setzt andere Akzente als ein Anlagenbauer.



In der nur 1,5 x 1,5 Meter großen Werkstatt von Volker Hamburger hat alles seinen Platz, ist übersichtlich angeordnet, sodass ein angenehmes Arbeiten möglich ist.

Muss Ordnung sein?

Werkzeuge richtig aufbewahrt

Kennen Sie das? Sie müssen etwas messen und suchen den Zollstock. Auf der Werkbank, denn da sollte er eigentlich sein, ist er aber nicht. Auf dem Dachboden, denn da haben Sie letzte Woche Maß genommen. Im Keller, wo Sie vorgestern den Hammer wiedergefunden haben. Sie finden den Zollstock schließlich in der Küche, denn dort haben Sie zuletzt die Lücke für den Herd ausgemessen. Was tun, um solche Situationen in Zukunft zu vermeiden? Ganz klar: Vier Zollstöcke kaufen – einen für die Werkbank, einen für den Dachboden, einen für den Keller und einen für die Küche!

Nun – vielleicht sollten Sie Ihr Geld lieber in eine zweckmäßige Möglichkeit investieren, das Werkzeug vernünftig aufzubewahren. Dazu gibt es eine Reihe sinnvoller Hilfsmittel.

Beginnen wir einfach mal mit einer normalen Werkzeugkiste. Doch was heißt dabei „normal“? Früher war die normale Werkzeugkiste aus Metall und ließ sich an der Oberseite mit Hilfe von zwei Griffen ziehharmonikaartig auseinanderklappen. Heute findet man überwiegend Werkzeugkisten aus Kunststoff, die ebenfalls an der Ober-

seite geöffnet werden. Dort lässt sich meistens ein Einsatz herausnehmen, den man mit einer variablen Facheinteilung versehen kann. In diesem Einsatz bewahrt man kleinere Werkzeuge auf, die man öfter benötigt.

Nachdem man den Einsatz herausgenommen hat, gelangt man zu einem größeren Abteil, das in der Regel keine Facheinteilung hat, und daher für die Aufbewahrung von größeren oder selten gebrauchten Werkzeugen dient. An der Vorderseite dieser Kunststoffboxen findet man oft kleinere Schubladen

oder ähnliche Einsätze, die man wiederum mit einer Facheinteilung versehen kann und in denen man Kleinteile wie Schrauben, Nägel und Ähnliches verstauen kann. Der Vorteil dieser Kästen ist, dass man sie leicht transportieren kann, ohne erst groß umräumen zu müssen. Dies kann zum Beispiel bei der Teilnahme an Modultreffen sinnvoll sein. Nachteilig ist allerdings die geringe Speicherkapazität.

Ein entfernter Verwandter der Werkzeugkiste ist der Werkzeugkoffer, der in der Regel als Aluminiumkoffer erhältlich ist. Aus Aluminium ist dabei aber nur der Beschlag, das Gerüst des eigentlichen Koffers besteht aus Holz, und die Inneneinrichtung aus Kunststoff. Der untere Teil des Koffers verfügt in der Regel über eine in gewissen Grenzen variable Facheinteilung, während sich im Deckel eine „Tasche“ für Werkzeuge befindet.

Nachteilig an diesen Koffern ist allerdings, dass beim Hochkantstellen kleinere Teile trotz der Facheinteilung aus ihren Fächern herausfallen und ein heilloses Chaos entsteht. Das macht diese Aluminiumkoffer, die zweifelsohne sehr hübsch anzusehen sind, nur für größere Teile oder nur mit zusätzlichen, geschlossenen Einsätzen sinnvoll verwendbar.

Dazu sind beispielsweise die kleinen Sortierkästen von Raaco oder anderen Herstellern geeignet. Sie sind in verschiedenen Größen und mit verschiedenen Einteilungen, fest und variabel

erhältlich. Sie lassen sich natürlich auch einzeln verwenden und sind beispielsweise hervorragend für die Verwahrung von Schrauben, Muttern und dergleichen geeignet.

Stationäre Ordnungsmittel

Wenn man auf die Mobilität der bisher genannten Aufbewahrungsmittel keinen Wert legt, kann man seine Werkzeuge natürlich auch stationär aufbewahren. Dies hat in der Regel den Vorteil, dass man mehr Platz zur Verfügung hat und die Werkzeuge damit übersichtlicher anordnen kann. Dazu einige Anregungen, die man auch ohne großen Kapitaleinsatz realisieren kann.

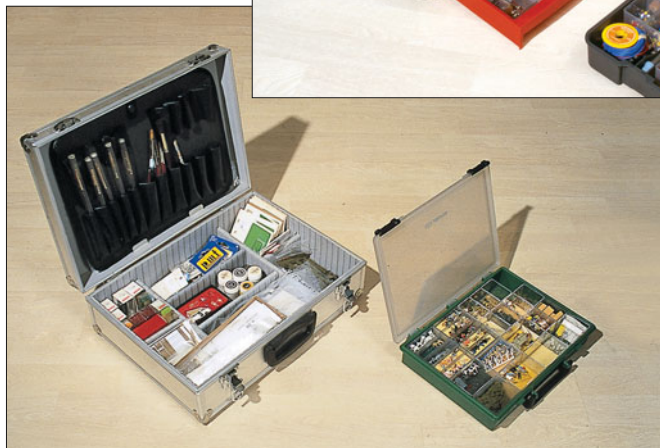
Steht die Werkbank vor einer Wand, an die man eine Platte dübeln kann, kann man dort eine dicke, weiche Holzplatte (etwa aus billiger Tischlerplatte) anbringen. Auf diesem Werkzeugbord kann man dann mit Hilfe von verschiedensten Haken und Nägeln die Werkzeuge anbringen. Da man sein „Geraffel“ so stets vor Augen hat, findet man alles sehr schnell und bemerkt auch sofort, wenn mal etwas nicht am rechten Platz ist. Wem diese Lösung mit einer Tischlerplatte zu hemdsärmelig erscheint, kann ähnliche Systeme (etwa Lochplatten) auch von der Industrie erstehen, doch sind diese nur teurer, ohne nennenswerte Vorteile zu bieten.

Steht eine freie Wand nicht zur Verfügung und gibt die Werkbank es her, dann kann man auch unter der Arbeitsplatte eine ausreichend dimensionierte Schublade einbauen, was mit Hilfe der verschiedenen Schubladenbeschläge und -bausätze, die im Baumarkt erhältlich sind, keine größeren Schwierigkeiten darstellen dürfte. Im Vergleich zu der Wandplatte ist allerdings nachteilig, dass man die Schublade nicht immer offen lassen kann, weil man sich sonst beim Arbeiten selbst behindert.

Hat man den entsprechenden Platz (und das entsprechende Kleingeld), dann kann man die Idee der Schublade auch weiterdenken und sich einen professionellen Werkzeugschrank zulegen, der in der Regel aus Stahl ist und mehrere kugelgelagerte Schubladen besitzt, die auch mit einer passenden Inneneinrichtung versehen werden können. Aber für einen solchen Luxus muss man dann schon auf ein paar Lokomotiven verzichten ...

Egal wofür Sie sich entscheiden – wetten, dass Sie Ihren Zollstock in Zukunft schneller wiederfinden?

Diese Werkzeugkoffer aus Kunststoff verfügen über herausnehmbare Einsätze und Schubladen, welche es dem Benutzer besonders leicht machen, eine brauchbare Ordnung herzustellen.

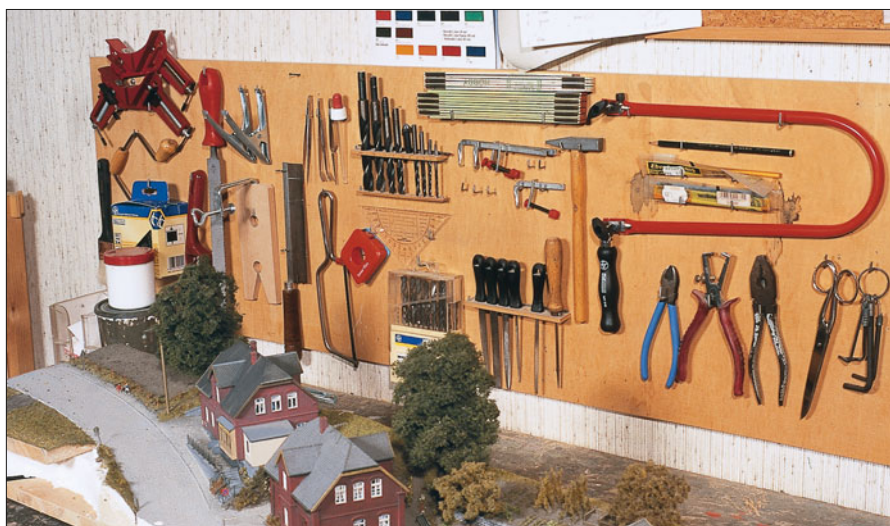


Werkzeug und Ausstattungsteile zur Detaillierung finden sich in solchen preiswerten Aluminiumkoffern. Ein eingelegtes Kleinteilemagazin aus Kunststoff verhindert, dass alles lose herumpoltert.

Hier wurde ein Metall-Schreibtischcontainer mit einer flexiblen Facheinteilung von Westfalia versehen. Der Container passt platzsparend genau unter die Werkbank.



An diesem preiswerten, selbstgebauten Werkzeugbord sind die wichtigsten Werkzeuge übersichtlich angeordnet.



Produkte und Lieferanten

Ätzbedarf

Saemann Modell- und Ätztechnik
Zweibrücker Straße 58
D-66953 Pirmasens
www.saemann-aetztechnik.de

Manuelle Werkzeuge

Knipex
Oberkamper Str. 13
D-42349 Wuppertal
www.knipex.de

Elektrowerkzeuge

Proxxon
Industriepark Region Trier
Dieselstraße 3 - 7
54343 Föhren
www.proxxon.de

Kaleas, vormals Böhler
KALEAS GmbH & Co. KG
Waldkircher Straße 50
D-79211 Denzlingen
www.kaleas.de



Innovative Sandstahleinrichtung von Kaleas
– zum Entgraten und Reinigen, beispielsweise vor dem Lackieren.

Dremel
Dremel Europe
Skil Europe B.V.
Konijnenberg 60
4825 BD Breda
www.dremeleurope.com

Bosch Elektrowerkzeuge
Robert Bosch GmbH
Robert-Bosch-Platz 1
70839 Gerlingen-Schillerhöhe
www.bosch-pt.de

Metabowerke GmbH & Co.
Postfach 1229
D-72602 Nürtingen
www.metabo.de

Wolcraft GmbH
Wolff-Straße
D-56746 Kempenich
www.wolcraft.de

Modellbahnspezifische Werkzeuganbieter

Weinert Modellbau
Mittelwendung 7
D-28844 Weyhe-Dreye
www.weinert-modellbau.de

RTS-Greenkeeper
Unterwörthweg 4
D-89340 Leipzig
www.rts-greenkeeper.de
Liefert neben den vorgestellten Begrasungsgeräten auch Fasern und Zubehör

Lokliege
Technisches Büro Wienke CAD-CAM
Börder Straße 23
27211 Bassum
www.lokliege.de

Linton
Martin-Blessing-Straße 6
78120 Furtwangen
www.linton.de

Proses
Proses Elektronik Ltd.
Ihlamur Cikmazi Sok. Ihlamur
Ap. No: 1A D:7 Feneryolu, Istanbul
Türkei
www.proses.com

Klebstoffe

UHU GmbH & Co. KG
Herrmannstraße 7
D-77815 Bühl/Baden
www.uhu.de

Henkel AG & Co. KGaA
Henkelstraße 67
40589 Düsseldorf
Postanschrift:
40191 Düsseldorf
www.henkel.de

Werkzeugversender

Peter Post Werkzeuge
Industriestraße 28
D-37108 Duderstadt
www.peter-post-werkzeuge.de

Fohrmann Werkzeug
Am Klinikum 7
D-02828 Görlitz
www.fohrmann.com

Karl Fischer GmbH
Berliner Straße 18
D-75172 Pforzheim
www.fischer-pforzheim.de

3R-Werkzeug
Rudolf Hörl
Postfach 62 01 07
D-90224 Nürnberg
www.3r-werkzeug.de

GW-Werkzeuge Gudrun Wahl
Postfach 25 03 42
D-90128 Nürnberg
www.gw-werkzeuge.de

Micro-Mark
340-2877 Snyder Avenue
Berkeley Heights, NJ 07922 - USA
www.micromark.com

Westfalia Werkzeugversand
Westfalia Werkzeug GmbH & Co KG
Werkzeugstraße 1
D-58082 Hagen
www.westfalia.de



Stabiler und präziser Bohrstand von Proxxon für Standardbohrmaschinen.

Vorsicht am Bahnsteig!



Thomas Mauer beschreibt die Gestaltung von Modellbahnhöfen und deren Umfeld anhand von typischen Beispielen. Der Bahnhofsvorplatz, die Bahnsteige und deren Ausstattung, Laderampen und Ladestraßen, Schuppen und Stellwerkeinrichtungen sind nur einige seiner Themen.

**92 Seiten im DIN-A4-Format,
über 220 Abbildungen,
Klammerbindung
Best.-Nr. 581501**

**NEU
€13,70**

Weitere Ausgaben aus der EJ-Reihe „1 x 1 des Anlagenbaus“



Anlage mit Perspektive
Bau einer Hochgebirgsanlage
in H0 und N
Best.-Nr. 681202 · € 13,70



Aus ALT mach NEU
Alte Anlagen wieder in Schuss gebracht · Spielspaß mit Dachspeicherfunden
Best.-Nr. 681301 · € 13,70



Das Dampflok-BW
Von der korrekten Planung zum perfekten Modell
Best.-Nr. 681302 · € 13,70



Romantische Landschaften
Besonderes Gestein · Moose und Bodendecker · Begrünung im Detail
Best.-Nr. 681401 · € 13,70



Mini-Anlagen
Planung, Bau, Betrieb
Best.-Nr. 681402 · € 13,70

**Eisenbahn
JOURNAL**

Erhältlich im Fach- und Zeitschriftenhandel oder direkt beim
EJ-Bestellservice, Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstenfeldbruck,
Tel. 08141 / 534810, Fax 08141 / 53481-100, bestellung@vgbahn.de

VGB
[VERLAGSGRUPPE BAHN]

Begeisterung und Leidenschaft



Ihr Spezialist für Modellbahn, Elektronik und Technik

Katalog • Filiale • Online-Shop: conrad.de

CONRAD ELECTRONIC