

Charles Platt

# Werkzeuge für Maker und Bastler

Hammer, Säge & Co. –  
Mit einfachen Tools  
eigene Projekte bauen



**Make:**



dpunkt.verlag

Papier  
plus<sup>+</sup>  
PDF.

Zu diesem Buch – sowie zu vielen weiteren dpunkt.büchern – können Sie auch das entsprechende E-Book im PDF-Format herunterladen. Werden Sie dazu einfach Mitglied bei [dpunkt.plus](http://dpunkt.plus)<sup>+</sup>:

[www.dpunkt.plus](http://www.dpunkt.plus)

Charles Platt

# Werkzeuge für Maker und Bastler

**Hammer, Säge & Co. –  
Mit einfachen Tools eigene Projekte bauen**

Deutsche Übersetzung  
von Frank Langenau

Charles Platt

Lektorat: Dr. Michael Barabas

Übersetzung: Frank Langenau

Copy-Editing: Claudia Lötschert, Neuss

Satz: Birgit Bäuerlein

Herstellung: Susanne Bröckelmann

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, [www.exclam.de](http://www.exclam.de)

Druck und Bindung: Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co. KG, 39240 Calbe (Saale)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:

Print 978-3-86490-460-8

PDF 978-3-96088-247-3

ePub 978-3-96088-248-0

mobi 978-3-96088-249-7

Copyright © 2017 dpunkt.verlag GmbH

Wieblinger Weg 17

69123 Heidelberg

Authorized German translation of the English edition of Make: Tools, ISBN 9781680452532

© 2016 Helpful Corporation, published by Maker Media Inc.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to sell the same.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buchs stehen.

5 4 3 2 1 0

## Widmung

Für Mark Frauenfelder und Kevin Kelly, die die Idee hatten, und Jeremy Frank, der eine große Hilfe bei der Umsetzung war.

## Danksagung

Ich weiß das Feedback von Mark Jones, Marshall Magee, Russ Sprouse und Gary White zu schätzen.

Mein Herausgeber, Roger Stewart, hat alles unternommen, um dieses Buch zu ermöglichen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ein verblüffendes Schiebepuzzle</b>	<b>1</b>	<b>3 Ein großer Würfel</b>	<b>22</b>
Eine Vierkanteleiste kaufen . . . . .	2	Bauholzmaße . . . . .	22
Einen Arbeitsplatz einrichten . . . . .	2	Mängel . . . . .	23
Eine Säge auswählen. . . . .	2	Das Würfelprojekt planen. . . . .	23
Sicherheit bei Handsägen . . . . .	3	Das Werkstück auswählen . . . . .	24
Was ist eine Gehrlade? . . . . .	4	Das Würfelteil zurechtschneiden. . . . .	25
Das Werkstück einspannen. . . . .	5	Glattschleifen . . . . .	28
Auf eine brauchbare Länge kürzen . . . . .	5	Die Kanten abrunden . . . . .	29
Das Ende begradigen . . . . .	6	Die Farbgebung. . . . .	29
Messungen durchführen . . . . .	6	Zum Schluss die Punkte . . . . .	30
Einen 90-Grad-Winkel erzeugen. . . . .	8	Es geht noch größer . . . . .	32
Formgebung . . . . .	10	<b>Steckbrief: Holz</b>	<b>33</b>
Ein Klebetest. . . . .	12	<b>4 Nageln</b>	<b>37</b>
Endbearbeitung mit PU-Klarlack . . . . .	13	Sicherheit beim Hämmern . . . . .	38
Das Puzzle mit einem Rahmen versehen. . . . .	14	Hammerpraxis . . . . .	39
Das Puzzle lösen . . . . .	15	Zur Geschichte des Nagels . . . . .	39
<b>Steckbrief: Handsägen</b>	<b>16</b>	Holz spalten . . . . .	40
Ziehen oder stoßen? . . . . .	18	Das Kantholz 2,5 × 15 zuschneiden. . . . .	41
Wie eine Säge funktioniert . . . . .	18	Einen Plan anfertigen . . . . .	42
<b>2 Ein unterhaltsamer Würfel</b>	<b>20</b>	Genaueres Hämmern. . . . .	43
Mehr Praxis mit Vierkanteleisten . . . . .	20	Kontrolle der Eindringtiefe . . . . .	44
		Zufällig rollen. . . . .	45
		Das Galtonbrett . . . . .	46
		<b>Steckbrief: Hämmer und Nägel</b>	<b>48</b>

<b>5</b>	<b>Alles im Rahmen</b>	<b>54</b>	<b>8</b>	<b>Bohren</b>	<b>90</b>
	Erste Schritte mit Gehrungen . . . . .	55		Bohrmaschinen und Bohrer . . . . .	90
	Eine Ecke festklemmen . . . . .	56		Eine Bohrmaschine auswählen . . . . .	91
	Eine Spannvorrichtung bauen und einsetzen . . . . .	58		Spannfutter und Akkus . . . . .	91
	Nicht rechteckige Rahmen . . . . .	60		Beschaffung Ihrer Bohrmaschine . . . . .	92
	Ein Pentagon selbst bauen . . . . .	61		Bohrer auswählen . . . . .	92
	Praktische Bilderrahmen . . . . .	62		Mit einer Bohrmaschine arbeiten . . . . .	93
	Allgegenwärtige Geometrie . . . . .	64		Sicherheit beim Bohren . . . . .	94
	Lücken füllen . . . . .	64		Ein sauberes Loch bohren . . . . .	95
	Andere Ideen – Ein herzförmiger Rahmen . .	65		Entwurf für einen Bohrerständer . . . . .	95
	<b>Steckbrief: Zwingen</b>	<b>66</b>		Abläufe beim Bohren . . . . .	96
<b>6</b>	<b>Ein geometrisches Puzzle</b>	<b>68</b>		Die Bohrung fertigstellen . . . . .	98
	Woher Sperrholz stammt . . . . .	68		Die Passung passend machen . . . . .	98
	Die Festigkeit der Lagen . . . . .	69		Die Endstücke herstellen . . . . .	99
	Die Schablone . . . . .	70		Andere Ideen . . . . .	100
	Die Vektorgrafik-Software . . . . .	71		<b>Steckbrief:</b>	
	Mit OpenOffice Draw arbeiten . . . . .	72		<b>Bohrmaschinen, Bohrer und Bits</b>	<b>101</b>
	Auf den Punkt gebracht . . . . .	73	<b>9</b>	<b>Eine Lotusflöte</b>	<b>104</b>
	Ein Werkstück schneiden . . . . .	73		Ein Rundholz bohren . . . . .	104
	Das Holz beizen . . . . .	74		Das Mundstück herstellen . . . . .	108
	Die Sägereihenfolge . . . . .	75	<b>10</b>	<b>Eine einfache Kiste</b>	<b>111</b>
	Genaueres Schneiden . . . . .	75		Eine Schraube und ein Vierkantholz . . . . .	111
	Die Endbearbeitung . . . . .	77		Wie wichtig eine Vorbohrung ist . . . . .	112
	<b>Steckbrief: Verbundwerkstoffe</b>	<b>78</b>		Winkelblöcke . . . . .	112
<b>7</b>	<b>Ein Stück Parkett</b>	<b>80</b>		Sperrholz schneiden . . . . .	113
	Der Fertigungsplan . . . . .	81		Die Sperrholzteile bohren . . . . .	116
	Musteroptionen . . . . .	82		Das Kantholz bohren . . . . .	118
	Schnittoptionen . . . . .	82		Fehler . . . . .	119
	Alles über Epoxidharz . . . . .	86		Verbesserungen bei der Gestaltung der Ecken . . . . .	120
	Tesselation . . . . .	88		Die Schraubenköpfe verbergen . . . . .	120
	Andere Projekte . . . . .	89		Materialien . . . . .	121
				Die Kanthölzer loswerden . . . . .	121
				<b>Steckbrief:</b>	
				<b>Schrauben und Schraubendreher</b>	<b>123</b>

<b>11 Ein minimalistisches Bücherregal</b>	<b>128</b>	<b>13 Ein Monstertruck</b>	<b>153</b>
Probleme mit Regalböden aus dem Laden . . . . .	128	Mit einer Laubsäge vertraut machen. . . . .	153
Entwurfsfragen . . . . .	129	Entwurf des Trucks . . . . .	155
Messen und Planen . . . . .	129	Ein Rad zentrieren . . . . .	155
Die Regalböden herstellen. . . . .	131	Ein Rad aussägen . . . . .	156
Die Regalböden verstärken . . . . .	133	Das Rad glätten . . . . .	157
Eine Versteifungsleiste . . . . .	133	Den Rumpf des Trucks zurechtsägen . . . . .	159
Die Seitenteile herstellen . . . . .	135	Montage des Trucks . . . . .	161
Andere Ideen. . . . .	138	Andere Ideen. . . . .	163
<b>12 Es hängt an der Wand ...</b>	<b>139</b>	<b>Steckbrief:</b>	
Ein Bücherregal an der Wand . . . . .	139	<b>Öffnungen und Rundungen</b>	<b>164</b>
Die Jagd nach den Balken . . . . .	140	<b>14 Ein Pantograf</b>	<b>168</b>
Was schiefehen kann. . . . .	141	Muttern und Schrauben für dieses Projekt . . . . .	168
Waagrecht ausrichten . . . . .	142	Kopfprofile . . . . .	169
Ständer suchen – eine bessere Methode . . .	144	Werkzeuge für Schrauben und Muttern . . .	170
Alternativen . . . . .	145	Das Holz auswählen. . . . .	171
Leere Abschnitte von Gipsplatten . . . . .	145	Die Teile kennzeichnen . . . . .	171
Gipsplattenmontage mit Stahlständern. . . .	147	Die Löcher bohren . . . . .	172
Mit Mauerwerk arbeiten. . . . .	147	Einen Bleistifthalter herstellen . . . . .	172
Gipsplatten über Mauerwerk . . . . .	148	Der Block für den Aufnahmestift . . . . .	176
Althergebrachter Gipsputz . . . . .	149	Mit dem Pantografen arbeiten . . . . .	179
Schwierige Objekte . . . . .	149	Wie es funktioniert. . . . .	179
Kleine Stahlwinkel – universell einsetzbar .	150	Gegen die Regeln . . . . .	179
Regalträger . . . . .	151	<b>Steckbrief:</b>	
Andere Metallelemente . . . . .	151	<b>Schrauben und Muttern</b>	<b>180</b>

<b>15 Biegen</b>	<b>183</b>	<b>19 Farbe</b>	<b>220</b>
Mit ABS bekanntmachen . . . . .	183	Farbiges Acryl. . . . .	220
Vorbereitung. . . . .	184	Ein Buchstaben-Nachtlicht . . . . .	221
ABS sägen. . . . .	184	Überlappende Farben . . . . .	222
ABS erwärmen . . . . .	185	Acryl brechen . . . . .	224
Achtung: Verbrennungsgefahr! . . . . .	186	Zeit für eine Laubsäge . . . . .	224
Die Wärme konzentrieren. . . . .	186	Das Gehäuse. . . . .	225
Ein Biegetest . . . . .	187	Die Beleuchtung . . . . .	226
Ein Buchständer . . . . .	188	Retro-Uhr im neuen Gehäuse . . . . .	226
Anpassbarer Papierhandtuchspender . . . . .	192	Die ultimative Gehrlade . . . . .	228
Eine Duschablage . . . . .	194	Das Gehäuse für die Uhr bauen . . . . .	230
Der Origami-Kranich . . . . .	196	Erweiterungen. . . . .	233
<b>16 Kiste 2.0</b>	<b>197</b>	<b>20 Weitere Werkzeuge</b>	<b>234</b>
Die Teile herstellen . . . . .	197	Ein minimalistischer Arbeitsplatz . . . . .	234
Grundlagen von Lösemittelklebstoffen. . . . .	198	Zusätzliche Handwerkzeuge . . . . .	237
Lösemittelklebstoffe – Gefahrenhinweise . . . . .	199	Schleifausrüstung . . . . .	240
Applikation von Lösemittelklebstoff. . . . .	199	Elektrowerkzeuge . . . . .	243
Zusätzliche Verbindungen. . . . .	201	Zusammenfassung . . . . .	247
Schlussfolgerungen . . . . .	203	<b>Anhang A – Einkaufsführer</b>	<b>248</b>
<b>17 Ein Schmuckkästchen</b>	<b>204</b>	Werkzeuge . . . . .	248
Ein ABS-Test. . . . .	205	Materialien . . . . .	248
Die Konstruktion des Kästchens. . . . .	207	Was Sie hoffentlich schon haben. . . . .	248
<b>18 Transparenz</b>	<b>212</b>	Bezugsquellen . . . . .	248
Transparente Kunststoffe . . . . .	212	Sorry, keine Bausätze! . . . . .	249
Polycarbonat in einem Bilderrahmen . . . . .	212	Anmerkungen zu wichtigen Werkzeugen und Hilfsmitteln. . . . .	250
Mischtechnik . . . . .	214	Anmerkungen zu den optionalen Werkzeugen und Hilfsmitteln. . . . .	252
Weitere Formen. . . . .	217	Anmerkungen Bedarfskauf-Materialien . . . . .	252
Weitere Kunststoffe und Anwendungen . . . . .	218	Anmerkungen zu Materialien, die einmalig einzukaufen sind . . . . .	255
		<b>Index</b>	<b>256</b>

# Einführung



**Abb. I-1** Sie können einen 250-g-Hammer, einen 500-g-Hammer oder etwas Größeres nehmen – ganz wie Sie wollen.

Der Kopf eines typischen Hammers wiegt 500 g, doch Sie können auch einen 250-g-Hammer nehmen, wenn Ihnen das lieber ist (siehe Abb. I-1). Oder wie wäre es mit einem 750-g-Hammer? Welcher Typ ist einfacher zu handhaben? Und wäre ein Fiberglasgriff besser als ein Holzgriff? Was ist mit einem Griff aus Stahl? Und wenn Sie den Griff halten, stellt sich die Frage, ob Sie ihn nahe beim Hammerkopf greifen oder eher am Ende des Griffs halten sollten?

Sehen Sie sich die Auswahl von Nägeln an. Es gibt **Drahtstifte**, **galvanisierte Nägel**, **Ringnutnägel**, **beschichtete Nägel**, **Ziernägel** und viele andere Arten. Einfache Nägel werden oft nach Gewicht verkauft. Als Abmessungen gibt man den Durchmesser und die Länge in Millimetern an. Wenn Sie 500 g Nägel kaufen, wollen Sie dann wissen, wie viele in der Verpackung sind?



**Abb. I-2** Ja, es gibt auch 25-cm-Nägel zu kaufen (obwohl »Spieße« treffender wäre). 1-cm-Nägel werden als »Drahtstifte« angeboten. Das Exemplar in der Mitte ist einfach ein Nagel.

Was ist der größte Nagel, den Sie kaufen können? (Er ist vielleicht größer, als Sie vermuten – siehe Abb. I-2.)

Angenommen, Sie möchten Holz sägen. Dieses Unterfangen wirft viele Fragen auf, denn wenn Sie zum Beispiel eine Handsäge verwenden, sollten Sie überlegen, wie Sie den Schnitt ansetzen, ohne dass die Säge herumspringt oder zur Seite wegrutscht. Oder Sie fragen sich, ob eine Japansäge (Zugsäge) einfacher zu verwenden ist als eine Säge mit westlicher Zahnung, die schneidet, wenn man sie stößt? Würden Sie sich mit einer Zugsäge eher verletzen?

Eine weitere Frage wäre, wie Sie verhindern können, dass die Unterseite eines Holzstücks splittert, wenn die Säge unten austritt? Oder Sie fragen sich, wie Sie es schaffen, dass ein Schnitt genau senkrecht verläuft? In vielerlei Hinsicht ist es leichter, mit motorisierten Sägen zu arbeiten als mit Handsägen. Wieso gibt es dann immer noch

Manche Fertigkeiten sind so grundlegend, dass viele sie für gegeben hinnehmen, zum Beispiel einen Nagel in ein Stück Holz einschlagen. Was könnte leichter sein?

Tatsächlich ist es aber nicht so einfach. Es gibt mehr als zwanzig Arten von Hämmern. Können Sie den Unterschied zwischen einem **Klauenhammer** und einem **Schlosserhammer** erkennen? Und spielt er überhaupt eine Rolle?

Handsägen? Sollte eine motorisierte Säge mit Akku oder mit Netzstrom betrieben werden?

Was sind die relativen Vorteile einer Säbelsäge, einer Kreissäge, einer Bandsäge, einer Dekupiersäge, einer Stichsäge und einer Tischsäge? Wie viele Zähne pro Zoll sollte das Sägeblatt haben? Brauchen Sie einen anderen Sägeblatttyp, um Kunststoff zu schneiden?

In der Tat gibt es so viele Fragen über Werkzeuge, dass ein ganzes Buch notwendig ist, um sie beantworten zu können.

Und dieses Buch halten Sie gerade in den Händen.

### Sind Werkzeuge immer noch nützlich?

In einer Welt, wo sich mit 3D-Druckern nahezu alles erzeugen lässt, vom Getriebegehäuse bis zu einem Haus, stellt sich die Frage, ob jemand überhaupt noch Handwerkzeuge in einer Werkstatt braucht. Es stimmt zwar, dass 3D-Drucker wundervoll sind, doch sie haben auch Beschränkungen. Zunächst einmal kann keiner von ihnen mit Holz arbeiten, und nur sehr wenige können mit Metall umgehen. Für das Prototyping sind diese Geräte ideal geeignet, doch eine Komponente, die von einem 3D-Drucker kommt, muss immer mit einem anderen Teil zusammengefügt, in einem Gehäuse montiert oder in anderer Art und Weise angeglichen werden. Für diese Zwecke sind handwerkliche Fertigkeiten immer noch nützlich.

Wenn Sie darüber hinaus etwas Schönes und nicht nur Funktionales herstellen möchten, kommen Sie gar nicht ohne Handarbeit aus.

### Wer kann dieses Buch verwenden?

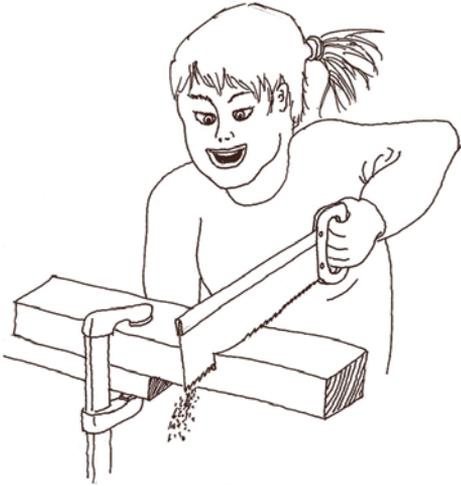
Jeder, der sich an einfache Anweisungen halten möchte, profitiert von diesem Buch, sofern eine gewisse handwerkliche Begabung vorhanden und die Sehkraft nicht eingeschränkt ist. Alter und Geschlecht sind nicht relevant.

Sie können ein absoluter Anfänger sein und selbst, wenn Sie bereits grundlegende Kenntnisse besitzen, sollten Sie hier dennoch jede Menge wertvolle Hinweise finden. Ich stelle Ihnen zahlreiche Fakten, Tipps und Tricks vor, die zu sammeln ein ganzes Leben lang gedauert hat. Vermutlich kennen Sie noch nicht alle davon.

Des Weiteren wird Ihnen dieses Buch als Nachschlagewerk dienen. Wenn Sie sich noch einmal vergewissern wollen, wie sich eine Feinsäge und ein Fuchsschwanz unterscheiden, oder nicht mehr wissen, ob Pappel ein härteres Holz ist als Birke, können Sie hier nach den Antworten suchen.



**Abb. I-3** Eine 21-cm-Japan-säge oder eine 35-cm-Feinsäge – welche ist Ihnen lieber?



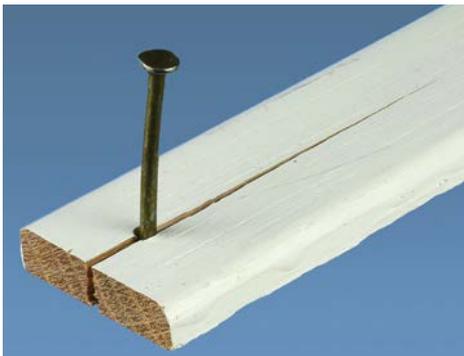
**Abb. I-4** Der Umgang mit Werkzeugen ist weder vom Alter noch vom Geschlecht, noch von irgendetwas anderem abhängig.

## Lernen durch Entdecken

Vor einigen Jahren habe ich das Buch *Make: Elektronik* geschrieben, das den Leser dazu ermutigt hat, kleine Geräte zu bauen, um sich auf diesem Weg mit der Funktionsweise von elektronischen Bauelementen vertraut zu machen.

Ich habe dort mit der simplen Aufgabe begonnen, eine LED zu schalten, und den Leser dann immer weitergeführt bis hin zu ambitionierten Projekten wie einem Einbruchsalarmsystem. Da der Leser Grundprinzipien durch diesen praxisorientierten Ansatz selbst entdeckt hat, habe ich es »Lernen durch Entdecken« genannt. Meiner Ansicht nach ist dies die beste Lernmethode.

Dieses Buch verfolgt den gleichen Plan. Sie beginnen mit sehr einfachen Projekten, beispielsweise einem Schiebepuzzle. Am Ende sind Sie in der Lage, ein Schmuckkästchen, eine Flöte oder einen geodätischen Lampenschirm zu bauen. (Sie brauchen keinen geodätischen Lampenschirm? Abwarten! Wenn Sie ihn erst einmal gesehen haben, wird Ihr Interesse groß sein.) Im Zuge dieser Projekte erfahren Sie, welche Arten von Werkzeugen es gibt, wie Sie sie verwenden und welche Fehler Sie beim Einsatz der Werkzeuge begehen können, um alles zu verderben. Denn Fehler sind ein wichtiger Bestandteil des Lernprozesses. Holzleisten auf die falsche Länge zuschneiden, Leisten ungewollt spalten, indem ein Nagel in sie eingeschlagen wird (wie in Abb. I-6), oder den Kopf einer Schraube zerdrücken – jedem passieren diese Dinge und niemandem sollte dies peinlich sein. Tatsächlich müssen Sie Fehler machen, damit Sie lernen, wie Sie sie vermeiden.



**Abb. I-6** Jeder hat dies mindestens einmal erlebt, manche unter uns mehrmals.



**Abb. I-5** Jeder kann lernen, mit dem Hammer Nägel einzuschlagen, selbst ein ungeschickter, tollpatschiger Typ.

Außerdem müssen Sie wissen, was passiert, wenn Sie den Anweisungen nicht folgen. Zum Beispiel erzählen Ihnen die meisten Bücher, dass Sie nach dem Auftragen von Holzleim die Teile für 24 Stunden festklemmen sollen. Doch was ist, wenn Sie sie nicht festklemmen? Oder wenn Sie sie nur eine Stunde lang eingespannt lassen? Am besten ist es, dies selbst auszuprobieren.

## Was Sie von diesem Buch nicht erwarten dürfen

Wenn Sie große, komplizierte, elegante Möbelstücke im Hobbykeller, der mit Elektrowerkzeugen im Wert von 10.000 Euro ausgestattet ist, bauen wollen, dann ist dieses Buch nichts für Sie. Es gibt viele Bücher und Zeitschriften zur Holzbearbeitung, die sich mit derartigen Expertenthemen befassen.

Ich gehe auch nicht darauf ein, wie Sie Fußbodenfliesen legen, Gipskartonplatten installieren oder Klempnerarbeiten ausführen. Hierfür brauchen Sie ein Do-it-yourself-Heimwerkerbuch. Auch in diesem Bereich existiert ein großes Literaturangebot.

## Was Sie brauchen

Da die Projekte in diesem Buch relativ klein sind, brauchen Sie keine Werkstatt, um sie zu bauen. Es ist nicht einmal eine Werkbank erforderlich, sofern Sie einen stabilen Tisch zur Verfügung haben. Auf diese Weise habe ich meine Projekte gebaut, als ich in einem winzigen Apartment in New York City gewohnt habe. Mein Arbeitsbereich (um einen Tisch herum) hatte eine Fläche von 1,80 m × 1,80 m. Natürlich ist es komfortabler an einer Werkbank zu arbeiten, aber ich bin mit einem einfachen Tisch klargekommen. Und Sie schaffen das auch.

Außer einer elektrischen Bohrmaschine und einem Akkuschauber kommen die Projekte mit Handwerkzeugen aus, weil sie zum einen preiswerter und zum anderen nicht so gefährlich wie Elektrowerkzeuge sind. Wenn Sie mehr Funktionalität brauchen, finden Sie in Kapitel 20 eine Liste von zusätzlichen Werkzeugen, die Sie möglicherweise anschaffen wollen.

Ich habe mein Bestes getan, um die Ausgaben für Werkstoffe und Zubehör minimal zu halten.

## Besteht Verletzungsgefahr?

Jedes handwerkliche Hobby ist mit etwas Risiko verbunden. Man kann sich sogar beim Nähen verletzen, wie ich aus eigener Erfahrung weiß. Da ich unvorsichtig und ungeduldig war, habe ich es geschafft, ein kleines Stück meiner Fingerspitze mit einer Schere abzuschneiden. Die Schlüsselwörter sind »unvorsichtig und ungeduldig«. Wenn Sie ungeduldig sind (wie ich es normalerweise bin), ist das ein Risikofaktor.

Legen Sie häufig eine Pause ein. Denken Sie voraus. Wenn Sie sich bei dummen Fehlern ertappen, machen Sie Pause. Können Sie auf diese Weise arbeiten, sollten Sie in der Lage sein, Schnitte und Prellungen zu vermeiden.



**Abb. I-7** So etwas lässt sich vermeiden. Wirklich.

## Was werden Sie bauen?

Dieses Buch enthält mehr als 20 Projekte, die ich ausführlich beschreibe, sodass Sie sie selbst bauen können. Die Reihenfolge im Buch ist so angelegt, dass Sie zusätzliche Fertigkeiten, Werkzeuge und Zubehörteile kennenlernen, während Sie das Buch durcharbeiten. Weitere Projekte werden als Anregungen kurz skizziert.

Sie werden einige konventionelle Dinge finden, beispielsweise ein Schmuckkästchen und einen Monstertruck für Kinder, doch ich habe auch versucht, ungewöhnliche Dinge zu bieten, deren Herstellung Sie sich wahrscheinlich niemals ausgemalt haben.

Mehrmals komme ich dabei auf das Thema Geometrie zu sprechen. Das hängt damit zusammen, dass es bei der Herstellung von Dingen um Formen und Größen geht. Wenn Sie bei einem Bilderrahmen die Ecken auf Gehrung sägen, kommen Sie am Konzept von Winkeln nicht vorbei. Die geometrischen Exkurse können Sie auch überspringen, falls Sie nicht daran interessiert sind. Doch ein wenig grundlegende Geometrie ist hilfreich, um eigene Dinge gestalten zu können.

## Warum selber bauen, wenn man es kaufen kann?

Manche Dinge in diesem Buch können Sie auch für wesentlich weniger Geld im Laden kaufen. Warum also Zeit verschwenden und sie selber bauen?

Ich glaube, Sie können aus der Herstellung von Dingen eine einzigartige Befriedigung ableiten. Es ist schon ein besonderes Gefühl, wenn man auf ein Objekt zeigt und sagen kann: »Das habe ich gebaut.« Mit der Zeit werden Sie sich mit ihren selbst gebauten Objekten mehr und mehr identifizieren. Und ein solches Objekt kann ein unvergessliches Geschenk sein, weil jeder gern etwas bekommt, das handgemacht ist.

Darüber hinaus glaube ich, dass Sie davon profitieren können, wenn Sie sich in der modernen Welt gewappnet und nicht hilflos fühlen. Wenn Sie Bücherregale oder Bilder aufhängen können, ohne auf die Hilfe Dritter angewiesen zu sein, ist das ein gutes Gefühl. Außerdem können Sie Ihre Fertigkeiten anwenden, um defekte Dinge zu reparieren oder Geräte durch neue oder geänderte Funktionen zu erweitern, an die der Hersteller nie gedacht hat.

Und wie schließlich jeder weiß: Wenn man etwas selbst macht, wird es höchstwahrscheinlich eher den eigenen Vorstellungen entsprechen.

## Maßeinheiten

In der deutschen Ausgabe dieses Buchs wird durchgängig das metrische System verwendet. Das gilt insbesondere für die Maßangaben in den vorgestellten Projekten. Es gibt allerdings auch in Deutschland Branchen, in denen Zollmaße üblich sind, wie sie vor allem aus den englischsprachigen Ländern bekannt sind. Man denke nur an die Elektronikindustrie, den Automobilbau oder die Gas- und Wasserinstallationstechnik. Aber auch in Bereichen, in denen sich das Internationale Einheitensystem (frz. système international d'unités – SI) längst etabliert hat, findet man hin und wieder Zollangaben, so zum Beispiel bei der Zahnteilung von Sägeblättern, die als Anzahl der Zähne pro Zoll beschrieben wird. Deshalb werden Sie auch in diesem Buch an manchen Stellen auf Zollmaße treffen. Die englische Bezeichnung für Zoll lautet **inch** (oftmals abgekürzt mit in. oder ").

Die in den Projekten im Buch angegebenen Abmessungen wurden von den ursprünglichen Zollmaßen in das metrische System umgerechnet, aber nicht bis auf die letzte Kommastelle genau, sondern zweckmäßig gerundet.

## Meine Qualifikationen

Vielleicht fragen Sie sich, warum ich mich dafür qualifiziert fühle, dieses Buch zu schreiben. Vor langer Zeit habe ich einen Abschluss mit einer Bewertung von 99 Prozent in einem Kursus zur Holzbearbeitung für Fortgeschrittene erworben, doch betrachte ich das nicht als primäre Qualifikation. Mehr habe ich von meinem Vater gelernt, der Fahrzeugingenieur war. Er hat mir schon in jungen Jahren den Umgang mit Werkzeugen beigebracht, und seit jener Zeit entwerfe und baue ich Dinge, die von kleinen Spielzeugen bis zu Nebengebäuden reichen.

Ich habe einen Hochschulkurs mit dem Titel »Wie die Dinge funktionieren und wie man sie in Ordnung bringt« gehalten. Ich habe Kleintransporter umgebaut, elektronische Geräte hergestellt und eine Küche renoviert. Zuletzt habe ich fünf Jahre damit zugebracht, Prototypen für ein kalifornisches Laboratorium zu entwerfen und zu bauen.

Als Autor steht mein Name auf mehr als 40 Büchern zu verschiedenen Themen, einschließlich Computerprogrammierung und Elektronikhardware. Ich habe auch ein Buch über die Gestaltung eigener T-Shirts geschrieben. Derzeit bin ich für das Magazine *Make*, für das ich mehr als 50 Beiträge geschrieben habe. Als Gastredakteur für die Website *Cool Tools* habe ich auch die »Tool Tips« zusammengestellt.

Um die Lücken in meinem eigenen Wissen zu füllen, habe ich einen sehr hilfreichen Berater, Jeremy Frank, der einen Großteil seines Arbeitslebens als Mechaniker zugebracht hat. Ich verlasse mich auf Jeremy als Berater und schätze die kleinen schlauen Tipps, die er über die Jahre zusammengetragen hat. Was uns beide angeht, denke ich, dass wir den Umgang mit Werkzeugen recht ausführlich behandeln können.

## Das Ziel

Zu einem nicht geringen Teil habe ich mein Wissen auf die harte Tour erworben: durch Versuch und Irrtum. Ich habe auch jede Menge Informationen aus Büchern, Katalogen und Websites, durch Ladenbesuche und persönliche Gespräche zusammengetragen.

Werkzeuge könnten Sie in der gleichen Weise wie ich kennenlernen, nämlich Stück für Stück. Doch wäre es nicht einfacher, wenn alle Informationen für Sie an einem Ort gesammelt verfügbar wären? Eine solche Sammlung zu bieten, ist das Ziel dieses Buchs.

## Fehler und Fragen

Wenn Sie in diesem Buch einen Fehler finden, melden Sie ihn bitte, damit wir ihn in zukünftigen Ausgaben korrigieren können. Schreiben Sie bitte eine Mail an *hallo@dpunkt.de*.

Haben Sie Fragen an den Autor, sieht es etwas anders aus. Mir fehlt die Zeit, jede Frage über den Umgang mit Werkzeugen zu beantworten, doch wenn Sie meinen, dass etwas im Buch nicht klar erläutert ist, sollten Sie es mich wissen lassen. Die E-Mail-Adresse für diesen Zweck lautet *platt.tools@gmail.com*. Alle Mails an diese Adresse lese ich persönlich (bitte auf Englisch). Manchmal kann ich unmittelbar antworten, es kann aber auch einmal einige Tage dauern. Seien Sie bitte geduldig!

## Beschwerden?

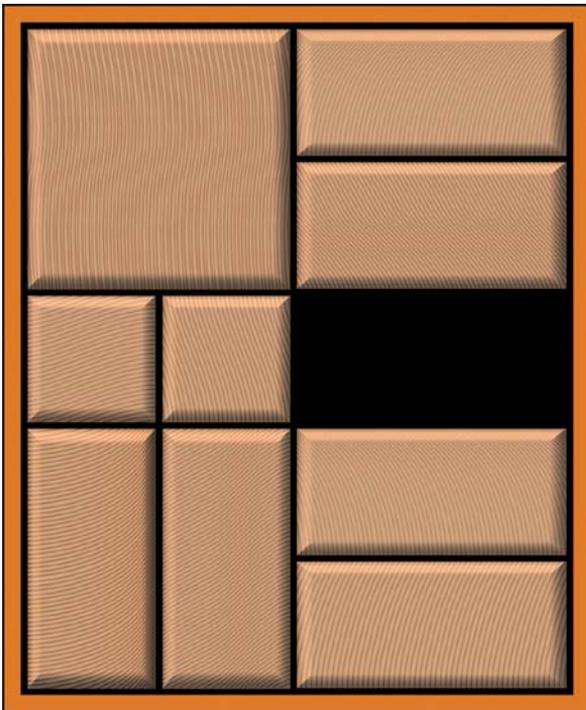
Als Leser haben Sie viel Macht. Eine negative Rezension bei Amazon kann ein Dutzend positive überwiegen. Wenn Sie also eine Beschwerde haben, lassen Sie es mich bitte wissen, falls es ein Missverständnis gibt oder falls ich die Fragen in irgendeiner Weise auflösen kann. Geben Sie mir die Möglichkeit, die Dinge richtigzustellen, bevor Sie sie öffentlich machen. Vielen Dank dafür.

# 1 Ein verblüffendes Schiebepuzzle

Ich beginne mit etwas, das meiner Ansicht nach jeder bauen kann. Sie brauchen nur eine Holzleiste in Stücke zu schneiden, zwei davon zu verleimen und ihre Kanten mit Sandpapier abzurunden. Dazu kommt noch ein Stück Pappe, und fertig. Das Endprodukt ist ein kleines Schiebepuzzle namens Dad's Puzzler, das vor mehr als 100 Jahren in England erfunden wurde. Zu dieser Zeit führte es sogar zu einer nationalen Besessenheit. Wenn Sie wissen wollen, warum jeder so begeistert davon war, bauen Sie sich am besten selbst ein Exemplar. Das dauert nur rund eine Stunde. Es wird Ihnen sicherlich Spaß machen, damit zu spielen – und es ist ziemlich anspruchsvoll.

Das Spiel besteht aus einem Tablett, auf dem neun hölzerne Spielsteine liegen, wie Abbildung 1–1 zeigt. Die Aufgabe besteht darin, die Spielsteine so zu verschieben, dass der große quadratische Stein am Schluss in der linken unteren Ecke zu liegen kommt.

Das klingt leicht, doch Sie werden vielleicht mehr als 40 Züge benötigen. Selbstverständlich ist es nicht erlaubt, die Steine zu drehen oder aus dem Tablett herauszuheben.



**Abb. 1–1**

Die Spielidee des Schiebepuzzles ist ziemlich einfach, das Lösen schon schwieriger.

## Neue Themen in diesem Kapitel

- Messungen durchführen
- Sägen mit einer Gehrlade
- Glätten der Kanten mit Sandpapier
- Kleben und Klemmen
- Endbearbeitung mit PU-Klarlack

## Was Sie brauchen

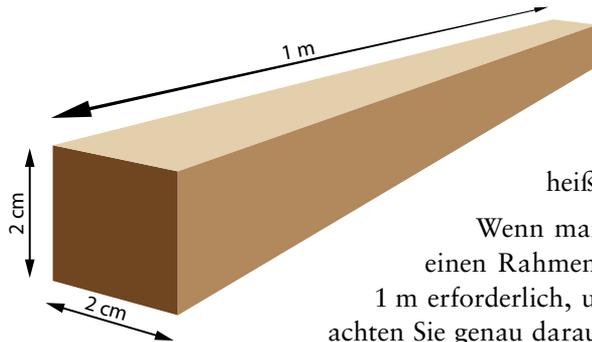
- Feinsäge mit gehärteten Zähnen
- Gehrlade
- Einhandzwingen, 2 Stück
- Lineal, 50 cm, Edelstahl, Rückseite korkbeschichtet, mit Skalen für Zoll und Millimeter
- Anschlagwinkel, 20 cm
- Hartgummi-Schleifblock
- Arbeitshandschuhe
- Staubschutzmaske (optional)
- Schutzbrille (optional)
- Vierkantlatte, 2 cm × 2 cm, Länge 1 m
- Sperrholz, 2 cm dick oder weniger, als Arbeitsfläche, Größe 60 cm × 60 cm oder größer (Hartfaserplatte ist akzeptabel)
- Tischlerleim, 250 g
- Sandpapier, Körnung 80, 3 Blätter à 23 cm × 28 cm
- PU-Klarlack, 0,5 l
- Pappe, beliebige Dicke, Größe 25 cm × 25 cm
- Einweghandschuhe für das Auftragen von PU-Lack
- Pinsel, falls bevorzugt

Viele dieser Artikel werden auch in späteren Projekten noch nützlich sein.

Ich nehme außerdem an, dass Sie mit Bleistift, Papier, Radiergummi und Papiertüchern ausgestattet sind.

*Konsultieren Sie auch den Einkaufsführer auf Seite 248, der weitere Angaben zu diesen Artikeln enthält.*

Die benötigten Werkzeuge und Materialien sind auf der nächsten Seite aufgelistet. Möglicherweise kennen Sie einige davon noch nicht oder wissen nicht, wie man damit umgeht. Doch wenn Sie dieses Projekt angehen, werden Sie es schnell herausfinden.



**Abb. 1–2** Für dieses Projekt ist eine Vierkantleiste erforderlich. Die Holzart spielt keine Rolle.

## Eine Vierkantleiste kaufen

Im Baumarkt in Ihrer Nähe werden Sie sicherlich verschiedene **Vierkantleisten** finden. Die Bezeichnung »Vierkant« bezieht sich auf den rechteckigen Querschnitt, das heißt die Ansicht von der Stirnseite aus (siehe Abb. 1–2).

Wenn man Fehler und einen gewissen Verschnitt einkalkuliert sowie einen Rahmen um die Spielsteine berücksichtigt, ist eine Latte von etwa 1 m erforderlich, um das Schiebepuzzle zu bauen. Wenn Sie das Holz kaufen, achten Sie genau darauf, dass es gerade und frei von Defekten ist. Sollte es im örtlichen Baumarkt kein solches Holz geben, können Sie es auch online beziehen. Der Einkaufsführer auf Seite 248 gibt entsprechende Hinweise.

## Einen Arbeitsplatz einrichten

Eine Werkbank ist zwar sehr praktisch, aber für die Projekte in diesem Buch nicht unbedingt erforderlich. Sie können auch einen Küchentisch verwenden, sofern er fest und stabil ist. Um dessen Oberfläche zu schützen, schlage ich eine Platte aus **Hartfaser** oder **Sperrholz** mit einer Dicke zwischen 0,5 cm und 2 cm vor. Die Platte sollte mindestens 60 cm × 60 cm groß sein. Manche Baumärkte verkaufen Platten von 60 cm × 120 cm, die ideal geeignet sind. Wenn der Baumarkt nur größere Platten in den Maßen 120 cm × 250 cm führt, können Sie sich die Platten auch im Baumarkt zuschneiden lassen.

Weitere Informationen über Verbundwerkstoffe wie Sperrholz und Hartfaser sind im Abschnitt »Steckbrief: Verbundwerkstoffe« auf Seite 78 zu finden.

## Eine Säge auswählen

Bitte verwenden Sie eine **Handsäge**, keine **Motorsäge**. Dafür möchte ich vier Gründe nennen:

1. Die Hand-Auge-Koordination, die Sie sich mit einer Handsäge aneignen, lässt sich auch auf andere Werkzeuge übertragen, und sie ist sehr wertvoll.
2. Für filigrane Arbeiten müssen Sie oftmals ohnehin eine Handsäge verwenden.
3. Handsägen sind im Allgemeinen preiswerter als Motorsägen.
4. Handsägen sind in der Regel auch sicherer als Motorsägen.

Wenn Sie später mit Maschinensägen arbeiten möchten, liegt das bei Ihnen. Eine Beschreibung der verschiedenen Typen finden Sie auf Seite 245. Doch meiner Ansicht nach empfiehlt es sich nicht, solche Werkzeuge einzusetzen, ohne eine erfahrene Person, die anfangs Hilfestellung bietet, an der Seite zu wissen.

Da Handsägen so grundlegende Werkzeuge sind, gibt es sie in vielen Varianten. Details finden Sie im Abschnitt »Steckbrief: Handsägen« auf Seite 16. Für unsere Zwecke brauchen Sie:

- **Feinsäge mit gehärteten Zähnen**, 35 cm oder kürzer, 12 oder 13 ZpZ (Zähne pro Zoll). (Abbildung 1–3)



**Abb. 1–3** Eine Feinsäge mit gehärteten Zähnen

Wenn größere Holzteile zu sägen sind, geht das mit einer zweiten Säge schneller:

- **Fuchsschwanz mit gehärteten Zähnen**, ungefähr 25 cm lang, 10 oder 11 ZpZ. (Abbildung 1–4)

Die Längen gelten selbstverständlich für das Sägeblatt, nicht für die ganze Säge.

Eine andere Bezeichnung für Feinsäge ist **Gehrungs-säge**, weil sich mit ihr **Gehrungen** herstellen lassen (mehr dazu später). Im Englischen heißt sie auch **Back Saw**, was auf den Verstärkungstreifen auf ihrer Oberseite zurückgeht. Mit einer solchen Säge lassen sich genaue Schnitte in kleinen Hartholzteilen ausführen.



**Abb. 1–4** Ein Fuchsschwanz

Ein **Fuchsschwanz** erlaubt kein so genaues Arbeiten wie eine Feinsäge, erzeugt keine solch sauberen Schnitte, schneidet aber schneller.

Der Fuchsschwanz ist optional. Alle Projekte in diesem Buch können Sie auch mit einer Feinsäge realisieren. Allerdings muss diese gehärtete Zähne besitzen, weil der erforderliche Kraftaufwand beim Sägen stark von ihrer Form und Schärfe abhängt. Gehärtete Zähne haben einzig den Nachteil, dass die Zähne spröder sind und es schwierig ist, die Säge mit einer Metallfeile zu schärfen – doch das versuchen die meisten Leute ohnehin gar nicht erst.

Aus mir nicht verständlichen Gründen haben die meisten Feinsägen keine gehärteten Zähne. Gegebenenfalls müssen Sie online nach einer entsprechenden Säge suchen.

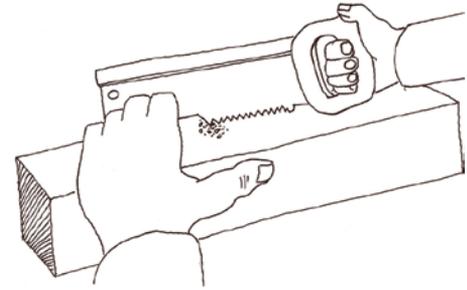
## Sicherheit bei Handsägen

Wenn Sie Ihre Hand um das Sägeblatt legen, es vorsichtig greifen und nicht zu fest zudrücken, werden Sie sich kaum verletzen. Das hängt damit zusammen, dass sich die Kraft Ihres Griffs auf Dutzende von Sägezähnen verteilt und sich die Zähne nicht über Ihre Haut bewegen.

Doch das soll Ihnen kein falsches Gefühl der Sicherheit geben. Wenn sich die Säge bewegt, dringen diese Zähne mit überraschender Kraft in das Holz ein und können genauso leicht in Ihre Finger schneiden.

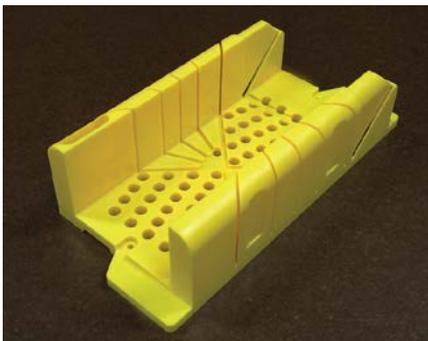
Hier sind einige Sicherheitsregeln:

- Halten Sie Ihre freie Hand mindestens 10 cm von der Säge entfernt, wenn Sie ohne Gehrlade sägen. Bei einem ungeschickten Sägehub kann nämlich das Sägeblatt beiseite springen und Ihnen in die Finger schneiden.
- Tragen Sie **Arbeitshandschuhe**. Diese können zwar hinderlich sein, wenn es um präzise Bewegungen geht, doch sie bieten wertvollen Schutz (aber nur, was Handsägen angeht, für Maschinensägen ist er nicht ausreichend). Jeder Baumarkt verkauft verschiedene Arten von Arbeitshandschuhen.
- Schützen Sie Ihre Augen mit einer **Schutzbrille** vor Sägespänen, um die Augen nicht unnötig zu reizen. Außerdem sollten Sie Ihre Atemwege mit einer **Staubmaske** schützen.
- Legen Sie niemals Ihre Hand unter das Sägeblatt, während Sie sägen. (Abbildung 1–5)
- Verwenden Sie niemals eine Säge, wenn Sie Alkohol getrunken haben oder unter dem Einfluss von Drogen stehen.
- Kinder müssen beaufsichtigt werden.
- Wenn Sie mit dem Sägen fertig sind, sollten Sie die Säge in eine Schublade oder einen Kasten legen. Man kann sie auch an dem Loch aufhängen, das im Sägeblatt dafür vorgesehen ist. Wenn Sie eine Säge auf einer Bank liegen lassen, könnten Sie sie versehentlich auf den Fußboden stoßen, wo sie dann vielleicht mit den Zähnen nach unten auf Ihrem Fuß landet. Das ist schlecht für die Säge und schlecht für Sie, wenn Sie Turnschuhe oder (noch schlimmer) Sandalen tragen. In einer Werkstatt sind Arbeitsschuhe zu empfehlen. Sandalen sollten niemals getragen werden. Und barfuß zu gehen, steht gar nicht zur Debatte.



**Abb. 1–5** Sieht jemand etwas Falsches in diesem Bild?

Handsägen können sicher sein, solange Sie sorgsam damit umgehen.



**Abb. 1–6** Eine Gehrlade hilft Ihnen, genaue winklige Schnitte auszuführen.

## Was ist eine Gehrlade?

Dieses Werkzeug hilft Ihnen, gerade Schnitte im richtigen Winkel auszuführen. Man kann sie sich wie Stützräder an einem Fahrrad vorstellen. In Kapitel 3 werden Sie die Schnitte freihändig ausführen, was jedoch schwieriger ist als das Schneiden mithilfe einer Gehrlade. Abbildung 1–6 zeigt eine Gehrlade aus gelbem Kunststoff.

Möglicherweise werden in Ihrem Baumarkt eine Gehrlade und eine Fein- säge als Paket verkauft. Allerdings war die Säge in der von mir getesteten Kombination von schlechter Qualität, hatte nicht einmal gehärtete Zähne, verlangte jede Menge Muskelkraft und war also nicht sehr nützlich. Meiner Ansicht nach lohnt es sich, lieber etwas mehr auszugeben und eine Säge unabhängig von anderen Werkzeugen zu kaufen.

## Das Werkstück einspannen

Viele Leute werden Ihnen sagen, dass Sie Holz sägen können, wenn Sie es auf einen Sägebock legen und es dort mit dem Fuß festhalten. Ich habe selbst auch so gearbeitet, doch Genauigkeit ist schwer zu erreichen, wenn man auf einem Bein steht, das Holz mit dem anderen Bein fixiert und dabei mit fast ausgestrecktem Arm sägt.

Für die Projekte in diesem Buch sind genaue Schnitte gefragt. Diese lassen sich am besten erreichen, wenn Sie das Werkstück an einer festen Bank oder einem Tisch festklemmen.

Eine **Einhandzwinde** wie in Abbildung 1–7 ist am einfachsten zu verwenden. Sie wird auch als **Schnellspannzwinde** bezeichnet. Der kleine Metallhebel gibt die Backen der Zwinde frei, sodass sie auf der Schiene hin- oder hergleiten können. Lässt man den Auslöser los, schließt der große schwarze Kunststoffhebel durch wiederholtes Betätigen die Backen der Zwinde schrittweise.

Eine **Schraubzwinde** ist kräftiger, beansprucht aber mehr Zeit beim Einspannen.

Für die Projekte in diesem Buch genügen zwei Einhandzwingen. Abbildung 1–8 zeigt, wie Sie mit zwei Einhandzwingen eine Gehrlade an der Arbeitsplatte befestigen, sodass die Gehrlade nicht herumspringen kann. Wenn Sie ohne Gehrlade arbeiten, können Sie das zu bearbeitende Holz direkt mit den Zwingen festklemmen.

## Auf eine brauchbare Länge kürzen

Lange Holzteile lassen sich nur schwer genau führen. Wenn Ihre Vierkanteleiste länger als 1 m ist, sollten Sie sie auf 1 m oder weniger kürzen.

Legen Sie Leiste in die Gehrlade, wie Abbildung 1–9 zeigt.

Meine Gehrlade bringt als Zubehör einige Stifte mit, die als **Exzenter** bezeichnet werden. Den Exzenter stecken Sie in ein Loch nahe der Holzleiste und drehen ihn, um das Holz in dieser Position zu fixieren, wie es Abbildung 1–10 zeigt.

Wenn Ihre Gehrlade nicht über dieses Feature verfügt, können Sie das Holz in der Gehrlade mit der linken Hand festhalten, wie Abbildung 1–11 zeigt. (Als Linkshänder halten Sie es mit der rechten Hand fest.) Achten Sie darauf, die Hand nicht zu nahe an die Säge zu legen. Am besten arbeiten Sie beim Sägen mit Schutzhandschuhen.



**Abb. 1–7** Eine Einhandzwinde ist wichtig, um das Werkstück zu fixieren.



**Abb. 1–8** Die Gehrlade sollte die Möglichkeit bieten, sie an Ort und Stelle festzuklemmen.



**Abb. 1–9** Eine Vierkanteleiste in der Gehrlade platzieren



**Abb. 1-10** Manche Gehrladen haben als Zubehör Exzenter, mit denen sich das Holz in der jeweiligen Position arretieren lässt.



**Abb. 1-11** Das Holz fest an die hintere Seite der Gehrlade drücken



**Abb. 1-12** Holz mit einer Gehrlade sägen

Die ersten Sägeschnitte können schwierig sein, weil sich die Säge gern eingräbt. Ziehen Sie deshalb die Säge zunächst einige Male zu sich heran, um eine flache Nut im Holz zu erzeugen. Wenn Sie dann die Säge nach vorn stoßen, sollte sie leichter schneiden. Gibt es immer noch Schwierigkeiten, ziehen Sie die Säge noch ein paar Mal zu sich heran. Abbildung 1-12 zeigt einen Sägevorgang.

Drücken Sie nicht allzu sehr auf die Säge, wenn Sie das Holz schneiden. Das Ganze soll nicht in einen Kampf ausarten. Die Säge sollte die meiste Arbeit für Sie erledigen.

### Das Ende begradigen

Unter der Annahme, dass Sie jetzt ein Stück Vierkantleiste mit einer Länge von maximal einem Meter haben, müssen Sie noch eine dünne Scheibe am Ende abschneiden. Das ist eine kleine Routinearbeit, die Sie jedes Mal ausführen sollten, wenn Sie ein Stück Holz frisch aus dem Baumarkt verwenden. Denken Sie immer daran:

- Das Ende des gekauften Holzstücks muss nicht immer genau zugeschnitten sein. Es könnte auch eine leichte Schräge aufweisen.

Wie viel Sie dabei entfernen, brauchen Sie nicht genau abzumessen. Mit geschätzten 5 mm liegen Sie auf jeden Fall richtig. Gehen Sie genauso vor, wie ich es im obigen Abschnitt beschrieben habe.

Wenn es Ihnen beim ersten Versuch noch nicht gelingt, eine saubere, quadratische Stirnfläche an der Leiste herzustellen, gehen Sie ein kleines Stück nach innen und versuchen es erneut.

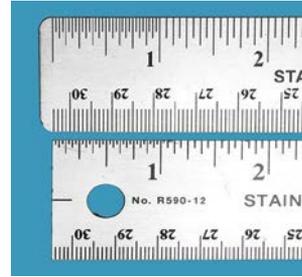
Sieht das Ende der Holzstange gut aus, können Sie ein Stück für das Steine-Puzzle abschneiden. Doch wo setzen Sie den Schnitt an? Das messen Sie jetzt ab, und wie das geht, erläutert der nächste Abschnitt.

### Messungen durchführen

Ihr wichtigstes Messwerkzeug ist ein **Edelstahllineal**. Warum kein billiges Exemplar aus Kunststoff? Weil es unter Werkstattbedingungen recht schnell angeschlagen, zerkratzt oder zerbrochen wird. Außerdem erlaubt

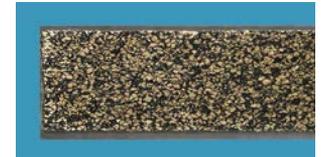
die Edelstahlversion genauere Messungen, normalerweise bis herab zu 0,5 mm.

Manche Edelstahllineale besitzen an den Enden einen zusätzlichen Rand, wie es beim oberen Lineal in Abbildung 1–13 der Fall ist. Bei anderen beginnt die Messskala unmittelbar an der Stirnseite des Lineals, wie beim unteren Exemplar in Abbildung 1–13. Mir ist die Variante ohne Rand lieber, denn oftmals stört er – zum Beispiel, wenn man ein Lineal in einen Kasten stellt, um dessen Tiefe zu messen. Wenn Sie ein Lineal ohne Rand kaufen, achten Sie darauf, dass die Skala exakt am Ende des Metalls beginnt. Bei der Herstellung kommt es manchmal vor, dass die Messskala nicht genau aufgebracht wird.



**Abb. 1–13** Ein Edelstahllineal kann an jedem Ende einen zusätzlichen Rand haben, wie das obere Beispiel zeigt. Vorzugsweise verwendet man ein Lineal ohne Rand, wie im unteren Beispiel gezeigt.

Das Lineal sollte etwa 450 mm (18 Zoll) lang sein und auf der Rückseite eine Korkbeschichtung haben, damit es nicht unkontrolliert herumrutscht. Das ist wichtiger, als es sich anhört. Abbildung 1–14 zeigt eine solche Rückseite.



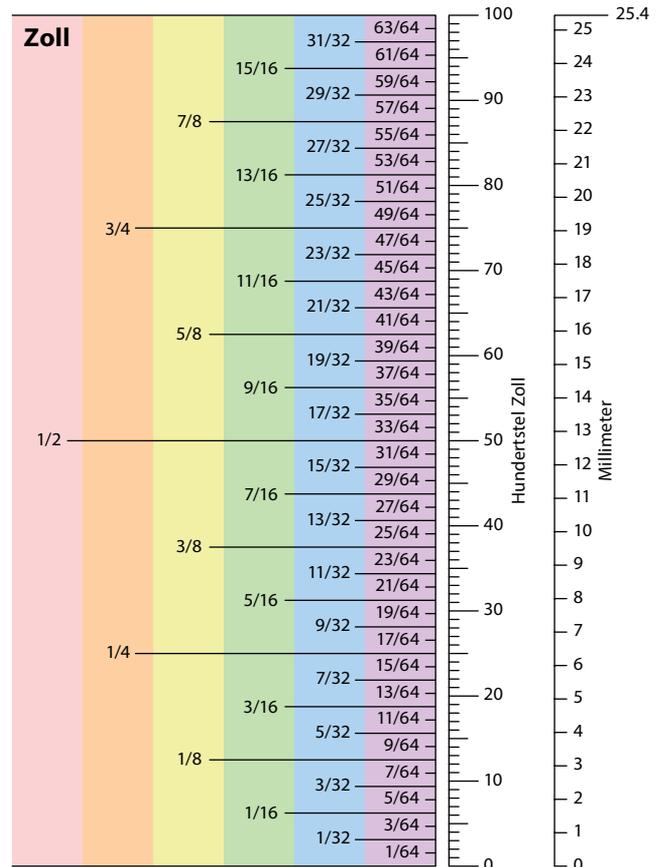
**Abb. 1–14** Korkbeschichtung auf der Rückseite eines Edelstahllineals

Auch wenn die Maße in diesem Buch normalerweise im metrischen System angegeben sind, ist es von Vorteil, wenn das Lineal sowohl eine Millimeter- als auch eine Zollskala besitzt, denn gelegentlich werden Sie mit Zollmaßen zu tun haben. Deshalb sollten Sie auch wissen, wie sich Maße im metrischen System in Zollmaße und umgekehrt umrechnen lassen. In den englischsprachigen Ländern rechnet man fast immer mit Zoll und den wiederholt halbierten Bruchteilen davon. Das heißt, die Abmessungen werden üblicherweise in Vielfachen von 1/2", 1/4", 1/8", 1/16", 1/32" und 1/64" ausgedrückt. Abbildung 1–15 soll das deutlich machen.

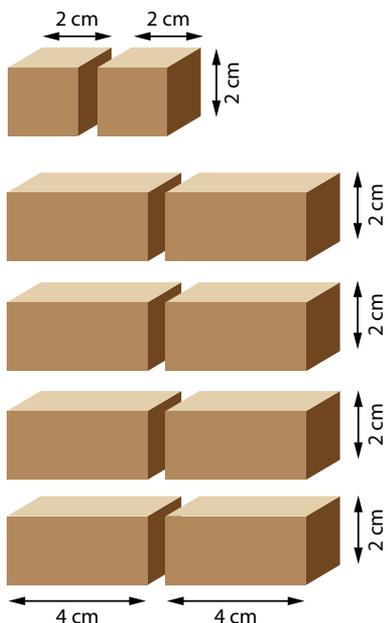
Wenn Sie bei Bruchwerten die Zahlen im Zähler sowie im Nenner jeweils verdoppeln, bleibt der Wert gleich. Das heißt, 1/2" sind das Gleiche wie 2/4" und 3/16" sind identisch mit 6/32". Damit lässt sich herausfinden, ob ein Wert wie zum Beispiel 5/32" größer oder kleiner als 1/8" ist. Mit der Verdoppelungsregel kommt man von 1/8" zu 2/16" und dann zu 4/32". Also ist 5/32" größer als 1/8". Wenn Sie einmal einen Bohrer oder einen Steckschlüssel mit einer Zollangabe in die Hand bekommen, können Sie ihn nun zumindest größenmäßig einordnen.

Im Diagramm von Abbildung 1–15 habe ich auch Hundertstel Zoll eingetragen, weil manchmal dieses System verwendet wird (zum Beispiel bei der Messung von Blechdicken). Auf der rechten Seite sind die Millimeter zum Vergleich angegeben.

Ein Zoll sind genau 25,4 mm.



**Abb. 1–15** Maßeinheiten in Zoll und Millimeter



**Abb. 1–16** Um die Puzzleteile zu erzeugen, brauchen Sie diese zehn Abschnitte der 2-cm-Vierkantleiste.

Wie Abbildung 1–1 zu Beginn dieses Kapitels zeigt, besteht das Puzzle aus zwei kleinen quadratischen Blöcken, sechs rechteckigen Blöcken (von denen jeder doppelt so lang wie ein kleiner quadratischer Block ist) und einem großen quadratischen Block. Wie stellen wir diese Spielsteine her?<sup>1</sup>

Jedes der kleinen Quadrate kann ein Stück 2-cm-Vierkantleiste mit einer Länge von 2 cm sein. Die einzelnen Rechtecke müssen doppelt so lang sein, also 4 cm. Doch was ist mit dem großen Quadrat, das 4 cm × 4 cm misst?

Kein Problem. Sie schneiden zwei weitere Stücke mit der Länge 4 cm zurecht und kleben beide an den Längsseiten zusammen, sodass ein Quadrat entsteht.

Insgesamt sind also acht 4-cm-Stücke und zwei 2-cm-Stücke erforderlich. Abbildung 1–16 veranschaulicht dies.

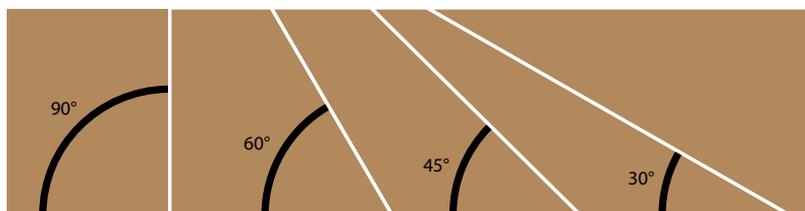
Messen Sie die Stücke aber noch nicht ab! Mit jedem Sägeschnitt wird nämlich etwas Holz entfernt. Wenn Sie alle Längen auf einmal auf der Leiste markieren, bleibt kein Platz für die Schnittbreiten, und die Spielsteine werden letztlich alle etwas kürzer, als sie sein sollten. Deshalb markiert man eine Messung, sägt außerhalb dieser Linie, misst dann den nächsten Stein ab usw. Diese Methode wird auf den nächsten Seiten erläutert.

## Einen 90-Grad-Winkel erzeugen

Zunächst einmal müssen Sie wissen, wie Winkel abgemessen werden. Abbildung 1–17 zeigt einige Beispiele. Ein 90-Grad-Winkel wird auch **rechter Winkel** genannt.

Wenn das Ende eines Holzstücks bezogen auf seine Länge um 90° abgewinkelt ist, sagen wir oftmals auch, dass das Ende rechtwinklig ist.

Die Gehrlade liefert automatisch Schnitte mit 90 Grad, doch früher oder später werden Sie Schnitte ohne deren Hilfe

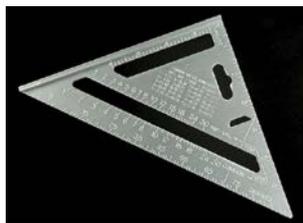


**Abb. 1–17** Einige häufig verwendete Winkel

ausführen müssen – wenn zum Beispiel ein Stück Holz zu groß ist und nicht in die Lade passt. Außerdem müssen Sie überprüfen können, ob der Schnitt wirklich exakt ausgeführt wurde, selbst wenn Sie mit der Gehrlade gearbeitet haben. Demzufolge müssen Sie wissen, wie Sie eine Führungslinie bei 90 Grad zeichnen.

Die Linie zeichnen Sie am besten mit einem Bleistift mit dem Härtegrad HB oder härter, weil ein weicher Stift bei der rauen Holzoberfläche schnell abgenutzt ist.

Wäre eine Linie, die mit einem Kugelschreiber oder einem Fineliner gezogen wird, nicht besser zu sehen? Ja, aber die Farbe zieht in das Holz ein und lässt sich später kaum entfernen. Bleistiftstriche kann man jedoch ganz leicht mit einem weichen Radiergummi beseitigen oder mit Sandpapier abschleifen.



**Abb. 1–18** Ein 20-cm-Anschlagwinkel. Manche Varianten sind größer, doch diese ist für unsere Zwecke passend.

### 1. Anmerkung des Übersetzers:

Die Begriffe »quadratisch« und »rechteckig« beziehen sich auf die sichtbaren Flächen der Spielsteine, nicht auf die räumlichen Formen (Würfel, Quader).

Für 90-Grad-Markierungen verwendet man einen **Anschlagwinkel**. Dieses Messwerkzeug gibt es in verschiedenen Ausführungen. Abbildung 1–18 zeigt als Beispiel ein **Anschlagwinkeldreieck**. Damit lassen sich Dinge rechtwinklig – das heißt mit 90-Grad-Winkeln – anreißen. Abbildung 1–19 zeigt eine Methode, den Anschlagwinkel anzuwenden. Die Kante an der dicken Seite des Werkzeugs muss fest an der Holzleiste anliegen. Messen Sie dann mit dem Lineal den Abstand zwischen dem Anschlagwinkel und dem Ende der Holzleiste ab. (Es gibt auch andere Methoden hierfür. Wenn das Lineal am Ende einen Rand hat, nehmen Sie lediglich das Lineal, setzen eine Markierung und verwenden dann den Anschlagwinkel, um den Bleistift zu führen, wenn Sie die Markierung über das Holz erweitern.)

Halten Sie den Anschlagwinkel mit der linken Hand fest, nehmen Sie das Lineal mit der rechten Hand weg und zeichnen Sie eine Linie an der Kante des Anschlagwinkels entlang, wie es Abbildung 1–20 zeigt. Zwischen der Linie und dem Anschlagwinkel darf keine Lücke sein.

Für diesen Zweck eignet sich auch ein **Kombinationswinkel**, wie er in Abbildung 1–21 zu sehen ist.

Das Stahllineal können Sie in Verbindung mit einem Kombinationswinkel genauso verwenden wie mit einem Anschlagwinkel. Richten Sie einfach die Kante des Kombinationswinkelgriffs an der Holzleiste aus, wie es Abbildung 1–22 zeigt. Allerdings sind manche Kombinationswinkel nicht genau gefertigt. Wenn Sie einen Kombinationswinkel kaufen, sollten Sie auf jeden Fall den rechten Winkel an der Ecke eines Papierblatts oder eines anderen zuverlässigen Teils prüfen.

Ich bevorzuge einen Anschlagwinkel, weil ich manchmal ungeschickt zu Werke gehe, und ein Anschlagwinkel geht nicht so schnell kaputt, wenn er auf einen Betonfußboden fällt. Im gesamten Buch finden Sie Bilder, wo ich mit einem Anschlagwinkel hantiere. Sie können aber auch einen Kombinationswinkel verwenden, wenn Ihnen das lieber ist. Preislich dürften sie sich ohnehin kaum unterscheiden.

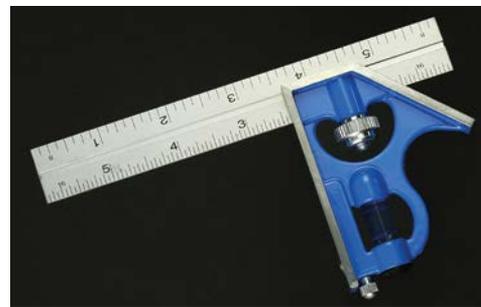
Bleistiftstriche und Sägeschnitte haben eine gewisse Dicke. Abbildung 1–23 zeigt, was ich meine. Die Kante Ihres Anschlagwinkels (oder Kombinationswinkels) befindet sich in der gewünschten Entfernung vom Ende des Holzes. Ihre Bleistiftlinie liegt innerhalb dieser Kante. Wenn Sie



**Abb. 1–19** Den Abschnitt der Holzleiste messen, die Sie absägen wollen



**Abb. 1–20** Die Linie zeichnen, an der Sie sich beim Sägen orientieren



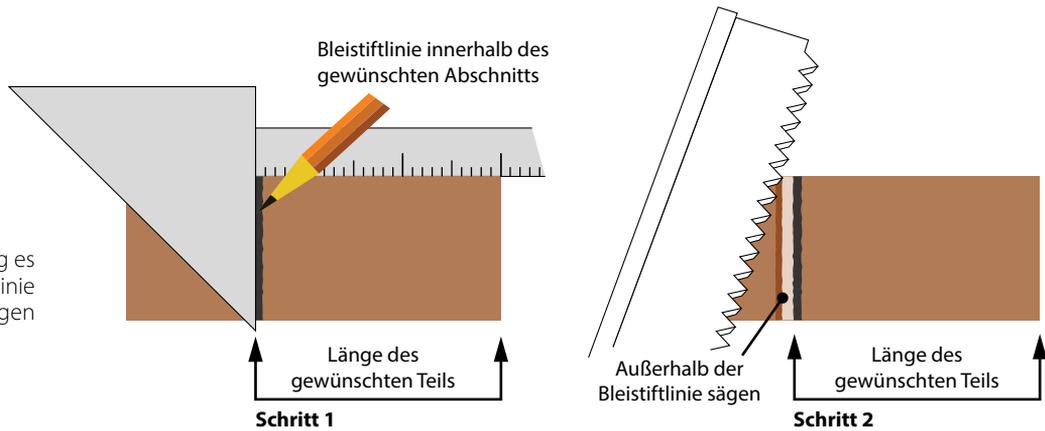
**Abb. 1–21** Ein Kombinationswinkel



**Abb. 1–22** Eine 90-Grad-Markierung mit einem Kombinationswinkel ziehen

den Anschlagwinkel wegnehmen, sollte die Säge außerhalb der Bleistiftlinie schneiden. Andernfalls entfernt die Säge in der Breite des Sägeblatts etwas Holz von dem Teil, das Sie herstellen wollen, und es hat dann nicht die richtige Länge.

**Abb. 1–23** Wie wichtig es ist, außerhalb der Bleistiftlinie zu sägen



Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Spitze des Bleistifts müssen Sie häufig schärfen. Mit dicken Linien lässt sich nicht genau arbeiten. Wenn es Ihnen lieber ist, können Sie auch einen Druckbleistift verwenden. Dieser enthält eine lange Bleimine, die Sie durch Drücken auf den Stift weiterschieben. Erhältlich sind Druckbleistifte und Ersatzminen in Schreibwarengeschäften.
- Wenn Sie genau arbeiten wollen, sollten Sie die Steine minimal größer als vorgesehen zuschneiden. Dann können Sie sie anschließend mit Sandpapier auf die exakte Größe abschleifen.

## Formgebung



**Abb. 1–24** Nahaufnahme eines Sandpapierstücks

Nachdem Sie das Holz geschnitten haben, müssen Sie die Kanten mit **Schleifpapier** (auch **Sandpapier** genannt) glätten. Es ist in Bögen mit der Standardgröße von 23 cm × 28 cm und in verschiedenen Zusammensetzungen wie zum Beispiel Aluminiumoxid erhältlich, die für die Projekte in diesem Buch alle geeignet sind. Alternativ dazu können Sie einen **Schleifschwamm** kaufen, der sich ausspülen und wiederverwenden lässt. Ich arbeite gern mit Schleifschwämmen, vor allem bei gekrümmten Objekten, weil sich der Schleifschwamm flexibel an die Konturen anpasst.

Abbildung 1–24 zeigt die Oberfläche eines Schleifpapierbogens in Nahaufnahme. In Abbildung 1–25 ist ein Schleifschwamm zu sehen. Ein Maß für die Rauigkeit von Schleifpapier ist das **Korn**. Sehr raues Schleifpapier hat eine Körnung von 40, ein Schleifpapier mit einer Körnung von 600 ist äußerst fein. Um eine sehr glatte Oberfläche zu erhalten, wählen Sie eine Körnung mit einer höheren Zahl, während ein Schleifpapier mit einer geringeren Kornzahl schnellere Ergebnisse liefert, vor allem bei Hartholz, das oftmals bei Pfosten üblich ist. Für dieses Projekt schlage ich ein Korn von 80 vor.

Um mit dem Sandpapier zu arbeiten, brauchen Sie einen **Hartgummi-Schleifblock**. Er besteht aus einem Gummiblock, der auf der einen Seite gebogen und auf der anderen Seite flach ist. Ein Standardbogen Schleifpapier lässt sich in vier gleich große Streifen teilen, wobei ein Streifen genau die richtige Größe hat, um ihn um die flache Oberfläche des Blocks zu wickeln. Schleifpapier sollten Sie nicht schneiden – es macht das Messer oder die Schere stumpf. Knicken Sie das Schleifpapier mehrfach an derselben Stelle in beide Richtungen und reißen Sie es dann am Falz auseinander. Es hilft auch, das Schleifpapier entlang einer Tischkante oder eines Lineals zu reißen (doch nur, wenn das Schleifpapier mit der Rückseite am Lineal liegt, um das Lineal nicht zu zerkratzen).

Das Ende des Schleifpapiers kommt in eine Nut im Hartgummiblock, wo drei scharfe Nadeln das Papier zurückhalten. In Abbildung 1–26 ist zu sehen, wie das eine Ende des Schleifpapiers im Hartgummiblock steckt, und Abbildung 1–27 zeigt die drei Nadeln. Drücke Sie Ihre Finger in die Nut im Block. So können Sie die Kante weit genug nach oben drücken, um das Schleifpapier einzuführen. Wenn Sie den Block wieder zusammendrücken, greifen die Nadeln in das Schleifpapier.

Jetzt können Sie das andere Ende des Papiers in das gegenüberliegende Ende des Blocks einlegen. Das Ergebnis sollte wie in Abbildung 1–28 aussehen.

Ist denn wirklich ein Schleifblock nötig? Kann man das Schleifpapier nicht einfach in der Hand halten und es über das Holz reiben? Sicher ist das möglich – doch das Schleifpapier hat auch die Eigenschaften von Papier, es reißt schließlich und fällt auseinander. Der Schleifblock bewahrt das Schleifpapier davor und bietet zudem eine relativ flache Arbeitsoberfläche.

Wenn Sie große Objekte, beispielsweise ein Möbelstück, bearbeiten, bewegen Sie den Schleifblock auf dem Teil hin und her. Bei kleineren Dingen wie in diesem Projekt ist es eventuell einfacher, die zu schleifenden Teile über den Block zu führen.

Probieren Sie aus, welche Methode für Sie am besten geeignet ist.

Nachdem Sie ein Teil geschliffen haben, kontrollieren Sie seine Größe. Dann messen Sie das nächste Teil ab und schneiden es zurecht. Also immer wieder dasselbe? Ja, viele Arbeiten in einer Werkstatt sind wiederholt auszuführen. Doch wenn Sie sich in Ihre Arbeit vertiefen, erkennen Sie auch die schöne Seite daran, da Sie Rohstoffe in etwas Nützliches umwandeln, was schön anzusehen ist und die Sorgfalt widerspiegelt, die Sie aufgewendet haben.



Abb. 1–25 Ein Schleifschwamm



Abb. 1–26 Führen Sie einen 7 cm breiten Streifen Schleifpapier an einem Ende in den Schleifblock ein, wobei Sie die Nut nach oben drücken, damit sich das Schleifpapier in die Öffnung schieben lässt.



Abb. 1–27 Die Nadeln im Schleifblock halten das Schleifpapier zurück.



Abb. 1–28 Der fertig vorbereitete Schleifblock

## Ein Klebetest

Schließlich brauchen Sie noch Leim, und zwar **Tischlerleim**. Sie können unter verschiedenen Marken wählen. Abbildung 1–29 zeigt ein Beispiel.

Feuchter Leim ist wasserlöslich und lässt sich damit leicht von den Fingern entfernen. Nachdem er aber abgebunden hat, kann er überraschend fest sein. Beim Kleben von Holz gelten zwei grundsätzliche Regeln:

- Beseitigen Sie alle Sägespäne. Die Oberflächen müssen sauber und trocken sein.
- Verwenden Sie nicht zu viel Leim!

Der Leim muss etwas in das Holz eindringen, und Staub verhindert das (Fett ist noch schlimmer). Beseitigen Sie zuerst den Staub in Ihrem Arbeitsbereich. Saugen Sie ihn weg und legen Sie dann ein Stück sauberes Altpapier auf Ihren Arbeitsplatz. Wischen Sie nun die zu verleimenden Teile mit einem feuchten Papiertuch oder Lappen ab, um noch anhaftende Sägespäne aufzunehmen. Lassen Sie die Teile eine Stunde trocknen.

Vielleicht sollten Sie auch ein Experiment durchführen, bevor Sie die zurechtgeschnittenen Teile verleimen. Nehmen Sie hierfür zwei längere Holzleisten und verleimen Sie sie, ohne eine Zwinge zu verwenden, wie Abbildung 1–30 zeigt. Bestreichen Sie die Stellen, an denen sich die Holzleisten berühren, mit einem dünnen Leimfilm. Sie können das mit den Fingern oder einem Papiertuch machen.

Dabei brauchen Sie sich nicht zu beeilen, da der Leim nicht sehr schnell abbindet. Richten Sie die Teile aneinander aus, wobei das eine auf dem anderen steht, und lassen Sie sie einige Stunden in Ruhe. Selbst nach einer längeren Ruhezeit dürften sich die beiden Teile leicht wieder trennen lassen.

Dann entfernen Sie die trockenen Leimreste mit Schleifpapier, säubern die Oberflächen, tragen frischen Leim auf und halten die Teile mit einer Zwinge zusammen, wie Abbildung 1–31 zeigt. Wenn Sie nach einigen Stunden die Zwinge lösen, sollte die Verbindung wesentlich fester sein. Würde die Verbindung noch fester sein, wenn Sie sie 24 Stunden eingespannt lassen? Probieren Sie es selbst aus.

Nachdem Sie den Test ausgeführt haben, ist es an der Zeit, die Spielsteine zu verleimen. Bestreichen Sie zwei 4-cm-Blöcke mit Leim, richten Sie sie aneinander aus und klemmen Sie sie mit einer Zwinge zusammen, wie Abbildung 1–32 zeigt. Ziehen Sie die Zwinge so fest, wie Sie können. Entfernen Sie überschüssigen Leim und lassen Sie die Klebestelle trocknen.

Bei höheren Temperaturen bindet der Leim schneller ab. Unterhalb von 10 °C sind keine guten Ergebnisse zu erreichen.



**Abb. 1–29** Eine Flasche Tischlerleim. Welche Marke Sie wählen, spielt keine Rolle.



**Abb. 1–30** Die Festigkeit von Leim ohne Zwinge prüfen



**Abb. 1–31** Die Festigkeit von Leim mit einer Zwinge prüfen