



## Leichter Einstieg

- ▶ Welche Werkzeuge Sie wirklich brauchen
- ▶ Das richtige Holz für Ihr Projekt
- ▶ Praxistipps für Tisch- und Handkreissäge
- ▶ So geht's: Holz solide verbinden



## Werkstatthelfer selbst gebaut

- ▶ Genial: Präzise Kreissägeführung
- ▶ Mobile Werkbank für die Kappsäge
- ▶ Sägebank und Sägebock



## CNC-Fräsen

- ▶ Tipps für Einsteiger und für die Holzbearbeitung
- ▶ Multifunktionsmaschine:
- ▶ Stepcraft M.700 im Test



2020  
CH CHF 18,00  
AT, Benelux,  
IT, ES € 11,90  
€ 10,90



# Maker Faire®

Dieses Jahr ist  
alles anders – wir  
vermissen euch!

**Freut euch  
auf 2021.**

[maker-faire.de](https://maker-faire.de)

## Klassisch oder CNC

Vor genau 29 Jahren war ich Tischlerlehrling und durfte einen Blick in die Zukunft werfen: Ich hatte meinen zweiwöchigen Maschinenkurs im *Bildungs- und Technologiezentrum Karlsruhe* und man zeigte dort den versammelten Lehrlingen aus unterschiedlichen Betrieben stolz eine CNC-Fräse. Auf einem Röhrenbildschirm war kurz der Steuercode zu sehen, dann legte einer nach dem anderen (unter Aufsicht) eine runde Hockerplatte auf den Frästisch, spannte sie fest und drückte auf den Startknopf. Wie von Geisterhand fräste die Maschine dann in ein paar Minuten das Emblem der Schreinerinnung ins Holz.

Auch wenn mittlerweile viele Holzverarbeitende Betriebe solche CNC-Maschinen täglich benutzen, hat sich doch bei der klassischen Arbeit mit Holz kaum etwas geändert – ich meine das Szenario, das auch viele Maker und Heimwerker kennen: ein Mensch – etwas Werkzeug – ganz viel vor. Das stellte ich fest, als ich für die Vorbereitung auf dieses Sonderheft aktuelle Bücher zum Thema wälzte. Das war nötig, denn nach meiner Gesellenprüfung habe ich (leider) fast nie wieder als Schreiner gearbeitet. Und weder ich noch jemand anderes aus der Make-Redaktion oder unserem Autorenstamm steckt so tief im Thema drin, um Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, angemessen zu zeigen, wie man am besten mit Holz arbeitet.

Deshalb haben wir uns für dieses Heft mit dem hannoverschen Verlag HolzWerken zusammengetan, der nicht nur siebenmal im Jahr die gleichnamige Zeitschrift für Hobbytischler mit Artikeln wie jenem auf Seite 54 herausbringt, sondern auch ein umfangreiches Buchprogramm pflegt. Aus dreien solcher Bücher, die wir einzeln auf

Seite 136 vorstellen, konnten wir ganze Kapitel in dieses Heft übernehmen. Darin stecken in der Summe Jahrzehnte praktischer Erfahrung der Autoren, die hoffentlich auch allen unter Ihnen Lust macht, selbst mal Holz in die Hand zu nehmen, die bisher vor Stechbeitel und Kreissäge zurückschrecken.

Dafür bieten wir drei unterschiedliche Einstiege: Einen für alle, die mit wenigen und günstigen Maschinen schnell zum Ziel kommen wollen (ab Seite 28), für jene, die lieber *unplugged* alles mit Handwerkzeug machen wollen (ab Seite 74) und schließlich für alle, die gerne mal eine Maschine wie Lasercutter oder CNC-Fräse *machen lassen* wollen und selbst nur Hand an den Code legen, Material einspannen und auf den Startknopf drücken (ab Seite 102) – so ähnlich, wie sich 1991 für mich als Lehrling die Zukunft anfühlte.

Für welche Art der Holzbearbeitung Sie sich auch immer entscheiden – wir wünschen Ihnen damit viel Spaß und viel Erfolg und hoffen, dass Ihnen unser Heft dabei hilft!

Peter König

Peter König

**Sagen Sie uns Ihre Meinung!**

[mail@make-magazin.de](mailto:mail@make-magazin.de)





Bild: mihalec / Shutterstock.com

# Inhalt

## Werkstatthelfer selbst gebaut

Wer mit Holz arbeitet, kann sich daraus auch praktische Helfer für die Werkstatt bauen. Die Sägeführung bringt viel Effekt bei wenig Aufwand, beim Bau von Sägebank und Sägebock lernt man nebenbei viel über Holzverbindungen.

- 46 Präzise Kreissägeführung und mobile Werkbank für die Kappsäge
- 88 Sägebank und Sägebock nur mit Handwerkzeug bauen



## Leichter Einstieg

Holz ist ein tolles Material: Es ist günstig, hält viel aus und man braucht kein gelernter Tischler zu sein, um es zu bearbeiten. Unser Heft hilft Ihnen bei den ersten Schritten und zeigt Ihnen wichtige Kniffe und Tricks auf dem Weg zum erfolgreichen Werken mit Materialien wie Vollholz, Spanplatte und Multiplex.

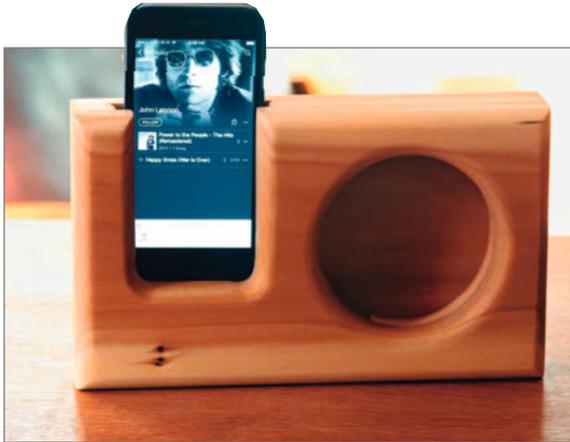
- 6 So geht's: Holz solide verbinden
- 14 Das richtige Holz für Ihr Projekt
- 28 Welche Werkzeuge Sie wirklich brauchen
- 34 Praxistipps für Tisch- und Handkreissäge

- 3 Editorial
- 6 Loslegen mit Holz
- 14 Das geeignete Material
- 24 Messen und Anreißen
- 28 Werkzeuge auswählen: Wie man mit weniger mehr macht
- 34 Umgang mit Kreissägen
- 42 Die Oberfräse
- 46 Zwei Projekte zum Verbessern der Werkstatt: Präzise Kreissägeführung und mobile Werkbank für die Kappsäge
- 54 Kleiner Tragekasten
- 58 Passiver Holzlautsprecher
- 70 Werkbank für eine kleine Wohnung
- 74 Handwerkzeuge für Holz
- 82 Werkzeug richtig schärfen
- 88 Sägebank und Sägebock: Werkstatthelfer mit Handwerkzeug bauen

## Tolle Dinge aus Holz

Der Holzlautsprecher hat weder Membran noch Elektronik – nur durch den Klangkanal im Inneren wird die Musik vom Smartphone lauter. Die Werkbank bringt ein schickes Mini-Labor auch in die kleinste Wohnung und lässt sich nach dem Basteln einfach zuklappen.

- 54 Tragekasten für Schrauben und Bits
- 58 Passiv und originell: Holzlautsprecher
- 70 Werkbank zum Zuklappen



## CNC-Fräsen

Viele Wege führen zur eigenen CNC-Fräse – ob Fertiggerät, Bausatz oder komplette Eigenkonstruktion. Holzarbeit ist für solche Maschinen eine leichte Übung und mit ihrer Hilfe kommt man auch ohne geschickte Hände zu raffinierten Zinkenverbindungen und präzisen Zuschnitten.

- 102 Einstieg ins CNC-Fräsen und Tipps für die Holzbearbeitung
- 114 Im Test: Multifunktions-CNC-Fräse Stepcraft M.700

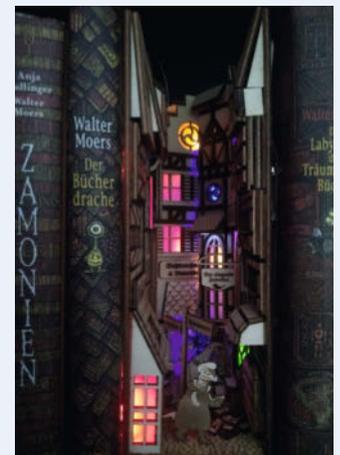


- 102 **Einstieg ins Fräsen und Tipps für die Holzbearbeitung**
- 114 **Im Test: Multifunktions-CNC-Fräse Stepcraft M.700**
- 120 Book Nook: Diorama-Buchstütze aus dem Lasercutter
- 128 Know-how: Spaltmaße beim Zuschnitt
- 130 Mehr zum Thema: YouTube-Kanäle, Podcasts, Projekte, Werkzeug, Material
- 136 Bücher
- 138 Impressum
- 138 Nachgefragt

## Zaubern mit dem Lasercutter

Ein Lasercutter schneidet dünnes Sperrholz exakt, schnell und ebenso filigran wie eine Laubsäge, noch dazu kann man damit gravieren. Ideal für feine Holzprojekte der dekorativen Art wie eine beleuchtete Miniaturgasse, die zwischen den Büchern in die Tiefe des Regals führt.

- 120 Book Nook: Beleuchtete Diorama-Buchstütze



Themen von der Titelseite sind rot gesetzt.

# Loslegen mit Holz

Ohne genauen Plan kommt man bei keinem Projekt zum Ziel – oder? Bei der Arbeit mit Holz ist manchmal eine Zuschnittskizze wichtiger als eine maßstäbliche Planzeichnung. Doch für jedes Projekt lässt sich der richtige Weg zwischen Augenmaß und 3D-CAD finden.

von Peter König



**W**enn Sie die Anleitungen für die Projekte auf den Seiten 46 bis 72 und 88 bis 101 in diesem Heft aufmerksam studieren, wird Ihnen vielleicht dreierlei auffallen: Zum einen gibt es zwar für die meisten dieser Projekte eine detailliert mit Maßen versehene Zeichnung. Zum anderen handelt es sich bei diesen Zeichnungen aber nicht um wirkliche maßstäbliche Pläne, sondern eher Prinzipskizzen – mit Ausnahme der Zeichnung für die Werkbank zum Zuklappen von Seite 70, die wir aus Platzgründen nicht abgedruckt, sondern als Download verlinkt haben. Und zum dritten beziehen sich viele der Schritt-für-Schritt-Anleitungen in diesem Heft nur sehr lose auf die jeweilige Planskizze und nennen kaum konkrete Maße, sondern leiten Sie an, die benötigten Maße für ein Bauteil direkt von den anderen Werkstücken abzunehmen. Der Plan dient nur als Backup, falls Sie im Lauf der Anleitung mal die Übersicht verlieren sollten.

### Wie Profis planen

Das ist kein Zufall, sondern es hat sich in der Praxis bewährt. Zwar sind etwa die Flug- und Schiffsmodellbauer gewohnt, mit Plänen im Maßstab 1:1 zu arbeiten, aus denen sie direkt Maße von Bauteilen abnehmen oder durch Auflegen von Werkstücken Formen kontrollieren können. Aber kein Tischler, der einen Kleiderschrank baut, benutzt dafür einen Plan im Maßstab 1:1 – auf Papier wäre der schlicht zu unhandlich, wenn man ihn aufgrund des nötigen Blattformats überhaupt gedruckt bekäme.

Tischler arbeiten stattdessen mit sogenannten Teilschnittzeichnungen, bei denen die komplizierten Ecken eines Möbels im Querschnitt und in Originalgröße gezeichnet sind. Die großen Längen, auf denen nichts spannendes passiert, werden einfach ausgelassen. Nur eine Bemaßung gibt an, wie viel Holz man sich dazwischen hinzudenken muss. Die Schrankwand passt so locker auf ein A3- oder A2-Blatt. Meist ist noch eine verkleinerte

### Kurzinfo

- » Ohne Plan eine Kiste auf Maß bauen
- » Einfache und solide Holzverbindungen für Einsteiger
- » Kostenlose CAD- und Vektorgrafiksoftware für Holzprojekte

### Mehr zum Thema

- » Peter König, Gratis-CAD für Maker, Make 4/18, S. 90

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xatp](http://make-magazin.de/xatp)

Dreiseitenansicht hinzugefügt, um eine erste Orientierung zu geben.

### Übermaß an Maßen

Dass Sie in diesem Heft (außer auf unserem Aufmacherbild zu diesem Artikel) keinen einzigen solchen Plan mehr finden, ist allerdings Absicht – denn solche technischen Zeichnungen, konform mit DIN 15 und in Normschrift bemaßt, brauchen Sie für Ihre eigenen Projekte wahrscheinlich erst mal nicht. So ein scheinbar exakter Plan kann sogar in die Irre führen, wenn man beim Zeichnen und Eintragen von Maßen nicht höllisch aufpasst. Schleicht sich da ein Denk- oder Rechenfehler ein (sehr beliebt: die Summe der Teilmaße passt nicht in das angegebene Gesamtmaß) und man schneidet die Teile genau nach diesen Angaben zu oder lässt sie im Baumarkt sägen, dann fällt der Fehler erst beim Zusammenbau auf. Und aus irgendeinem mysteriösen Grund sind die falschen Teile immer zu kurz und nur selten zu lang ...

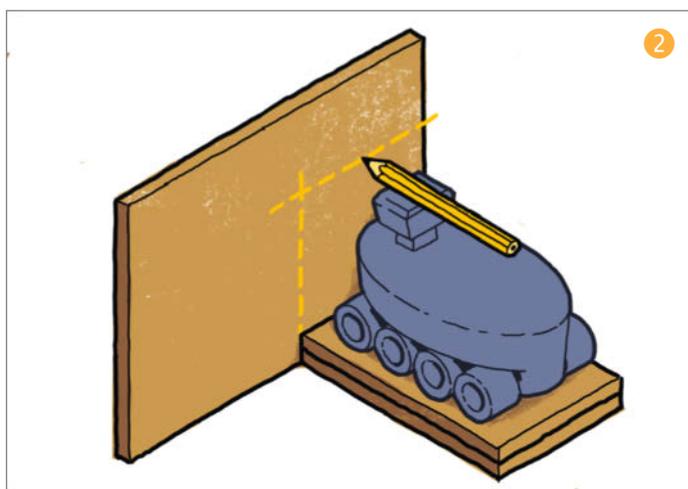
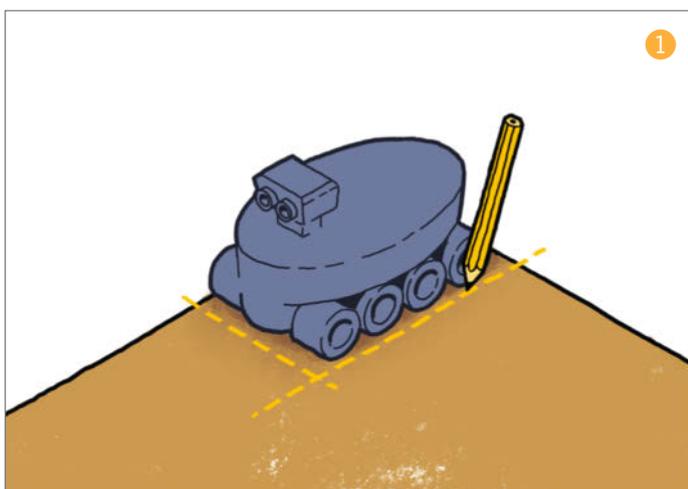
### Planlos auf Maß

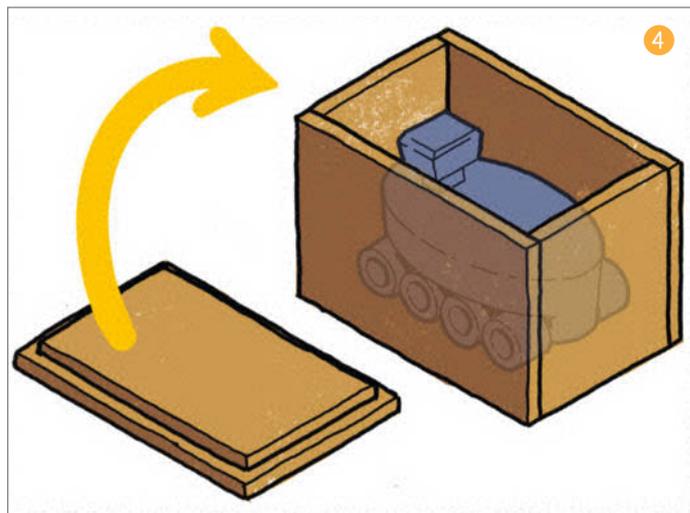
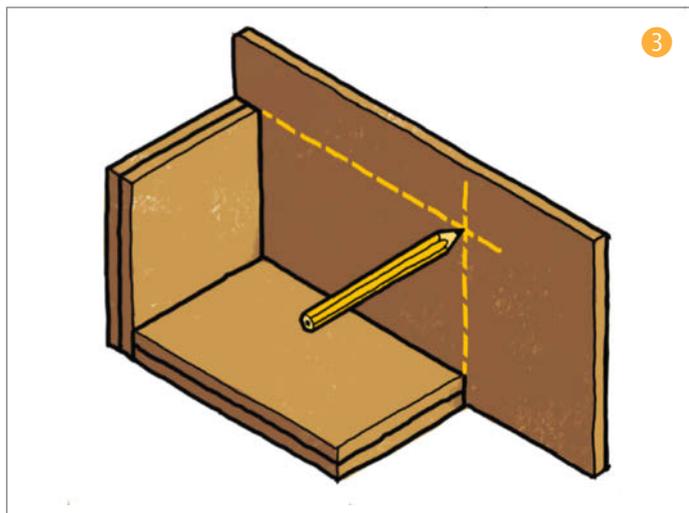
Es gibt eine pragmatische Alternative, und die funktioniert für einfache Vorhaben ganz ohne Plan und im Extremfall sogar ohne ein einziges Maß in Zentimetern und Millimetern. Ange-

nommen, Sie wollen Ihren selbstgebauten Roboter auf einer Maker Faire zeigen (die findet sicher mal wieder statt) und für den Transport dahin eine stabile Kiste bauen. Dann entscheiden Sie im ersten Schritt, mit welchem Material Sie arbeiten wollen und besorgen Sie es – denn ein beliebiger Planungsfehler ist auch, dass man mit Plattenstärken kalkuliert, die es entweder gar nicht gibt oder die der Holzhändler oder Baumarkt des Vertrauens gar nicht führt.

Mit dem Material fangen Sie direkt an zu bauen. Stellen Sie den Roboter auf das Material für den Boden der Kiste und zeichnen Sie seinen Platzbedarf in Länge und Breite an. Mit Winkel und Reißschiene (oder einem anderen genügend langen und geraden Ding) wird daraus ein Rechteck, der Boden der Kiste ①. Mit Handkreissäge und Schiene und Sägeführung (siehe Seite 46) sägt man den erst mal aus, und zwar so, dass der Sägeschnitt komplett außerhalb des späteren Bodens liegt, sonst wird dieser zu klein (siehe auch Seite 128).

Als Innenteil des Deckels braucht man ein zweites Stück, das (fast) genauso groß ist wie der Boden – seine Maße zeichnet man an, indem man den Boden einfach auf das nächste Stück Platte legt und einen Millimeter in jeder Richtung für die nötige Luft abzieht,





damit der Deckel später nicht klemmt. Achtung: Markieren Sie dieses Teil deutlich, damit Sie es später nicht mit dem Boden verwechseln! Wenn Sie lieber später etwas nacharbeiten als jetzt markieren wollen, können Sie auch beide Teile exakt auf dieselbe Größe schneiden und später das Teil, was für den Deckel übrig bleibt, schmaler hobeln, sägen oder schleifen, damit es Luft hat.

**Jetzt die kurzen Seitenwände:** Legen Sie den Boden auf eine ebene Tischplatte. Darauf kommt das Innenteil des Deckels, darauf wieder der Roboter. Dann nehmen Sie das nächste Plattenstück und stellen es senkrecht mit der Kante auf den Tisch. Schieben Sie es an die beiden waagrecht liegenden Platten mit dem Objekt darauf heran. Markieren Sie mit einem Bleistift, den Sie oben auf den Roboter legen, die nötige Höhe für die Seitenwand – durch die untergelegten Platten müssen Sie keine weiteren Materialstärken berücksichtigen! Sägen Sie dann die Platte auf diese Höhe ab **2**. Die Länge dieser kurzen Seitenwand wiederum entspricht genau der Beite des Bodens und lässt sich direkt durch Anlegen an diesen übertragen. Sägen Sie so zwei kurze Seitenwände mit identischen Maßen zu.

Die **langen Seitenwände** sind genauso hoch wie die kurzen, weshalb man deren Höhe direkt übertragen kann. Die Länge ergibt sich, wenn man die beiden kurzen Seitenteile aufeinanderlegt, sie wieder senkrecht auf den

Kanten auf den Tisch stellt und an eine kurze Seite des Bodens heranschiebt. Das Gesamtmaß des so verlängerten Bodens überträgt man als benötigte Länge auf die langen Seitenwände **3**.

Sind die langen Seitenwände abgelängt, kann man aus Boden und Seitenwänden die Kiste zusammenbauen (wie genau, dazu gleich noch mehr). Fehlt nur noch der *äußere Teil des Deckels*, der genauso groß ist wie der Grundriss der fertigen Kiste. Deshalb stellt man einfach die Kiste auf das nächste Materialstück und zeichnet Länge und Breite des Deckels an. Auf die Innenseite des Deckels wird das ganz zu Anfang zugesägte Innenteil befestigt, sodass er auf allen Seiten gleichmäßig zurückspringt. So entsteht ein gut sitzender Deckel und die Kiste ist fertig **4**. In der Zeichnung liegt der Deckel vor der Kiste und mit der Unterseite nach oben, damit man seine Bauweise erkennt, er wird mit dem Innenteil nach unten aufgesetzt.

Der Charme an diesem Verfahren: Da Sie alle Maße direkt am zu verpackenden Objekt oder an anderen Holzteilen abnehmen, brauchen Sie für den Bau der Kiste noch nicht mal einen Zollstock und können auch keine Rechenfehler beim Addieren und Subtrahieren von Maßen machen. Ein schöner Nebeneffekt ist, dass die Methode genauso funktioniert, wenn Sie die einzelnen Teile aus unterschiedlichen Materialien mit unterschiedlichen Stär-

ken bauen, etwa den Boden zur höheren Stabilität aus 19mm Multiplex, die Wände und den Deckel aus 10mm Sperrholz und das Innenteil des Deckels aus einem Stück übriggebliebener Hartfaser schneiden. Die Kiste wird nach diesem Rezept dennoch immer passen und das Verfahren eignet sich speziell dazu, auch aus Restmaterial in der Werkstatt was brauchbares zu bauen – so ähnlich ist auch das Tragekästchen auf Seite 54 entstanden.

### Praxisnäher gedacht

Der Nachteil: In der Praxis muss man leider meistens anders arbeiten, denn wenn die rohen Platten deutlich größer sind als die benötigten Endmaße, werden sie schnell unhandlich. Kauft man das Material für eine solche Kiste zudem gezielt ein, statt sich in einem Reste-Fundus bedienen zu können, muss man schon vorher wissen, wie viel Holz es sein muss und in welchen Abmessungen, damit die Teile hineinpassen.

Dann muss man wohl oder übel doch wieder rechnen und eine Stückliste schreiben. Dabei können Sie aber beim Planen in denselben Schritten vorgehen wie eben am konkreten Holz beschrieben – die Tabelle liefert das nötige Rezept. *M* steht hierbei für die Materialstärke, die müssen Sie also zwingend vorher schon kennen. In der Tabelle gehen wir der Einfachheit halber davon aus, dass überall dieselbe Stärke verwendet wird. Bezugsgrößen für alle übrigen Plattenmaße sind hierbei die gewünschten Innenmaße der Kiste, die sich aus dem Objekt ergeben, was hineinpassen soll.

Hat man die Stückliste und (hoffentlich) die Maße der Platten, die man beim Händler kaufen kann, muss man sich ein Layout fürs Zugsägen überlegen, also an welcher Stelle man welche Teile aus der Platte schneiden will. Im Kopf macht man da schnell Fehler, eine Skizze auf Papier ist hier tatsächlich hilfreich und für ein einfaches Projekt wie unsere Kiste viel

### Kistenrezept

Bezeichnung	Stück	Zuschnittlänge	Zuschnittbreite
Boden	1	Länge <sub>innen</sub>	Breite <sub>innen</sub>
Innenteil Deckel	1	Länge <sub>innen</sub> -1mm Luft	Breite <sub>innen</sub> -1mm Luft
Kurzes Seitenteil	2	Breite <sub>innen</sub>	Höhe <sub>innen</sub> +2·M
Langes Seitenteil	2	Länge <sub>innen</sub> +2·M	Höhe <sub>innen</sub> +2·M
Außenteil Deckel	1	Länge <sub>innen</sub> +2·M	Breite <sub>innen</sub> +2·M

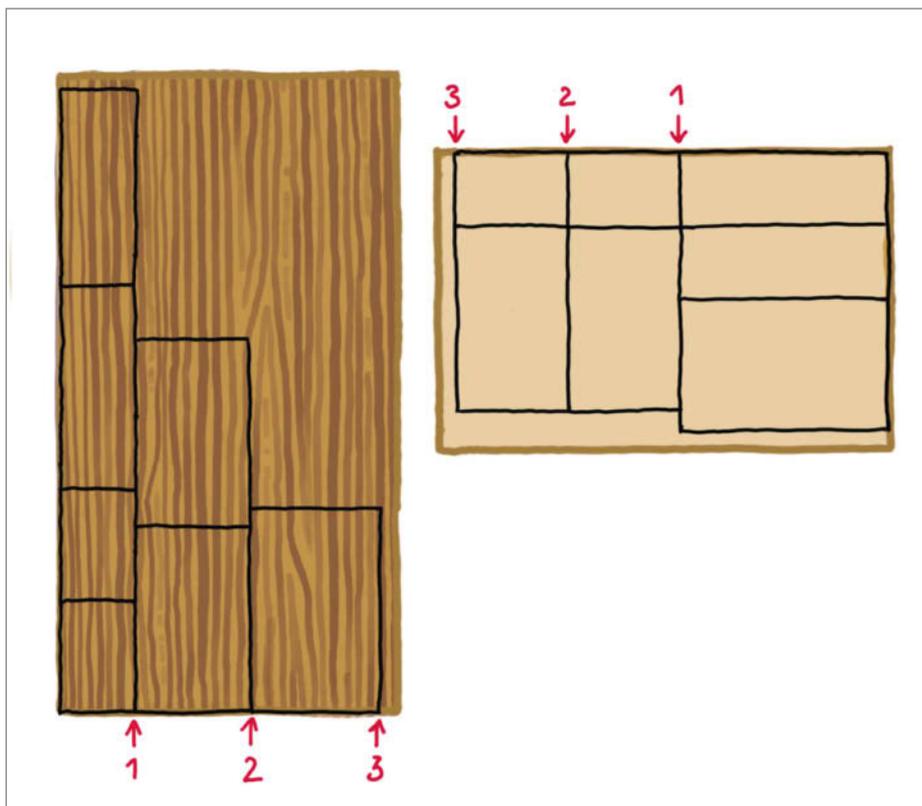
wichtiger als eine maßstäbliche Zeichnung des fertigen Objekts. Noch bequemer geht es mit einem Vektorzeichenprogramm, dazu gleich mehr. Rechnen Sie aber in jedem Fall ein, dass beim Sägeschnitt Material verloren geht – aus einem Brett mit 100cm Breite kann man keine vier Streifen mit 25cm Breite heraus-sägen! Auf der sicheren Seite ist man, wenn man pro Sägeschnitt großzügig einen Zenti-meter Zuschlag berechnet, sobald man aus seiner Zuschnittsskizze die nötigen Mindestma-ße für die rohe Platte ermittelt.

Wenn Ihre Skizze fertig ist, überlegen Sie auf jeden Fall schon mal, in welcher Reihen-folge Sie zumindest die ersten Sägeschnitte durchführen wollen und vermerken Sie sich das in Ihrer Zeichnung. Dabei fällt schnell auf, ob die ausgedachte Anordnung der Stücke tatsächlich funktioniert – manchmal muss man zwischen Materialverbrauch und Säge-aufwand Kompromisse finden. In der Praxis platziert man die ersten Teile in der Regel an einer bereits vorhandenen rechtwinkeligen Ecke des Plattenmaterials, sägt dann den ers-ten Streifen ab, misst dann von der frisch ge-sägten Kante die Breite des nächsten Streifens ab und so weiter.

Stichwort Streifen: Schneidet man seine Teile mit einer Tischkreissäge oder einer Hand-kreissäge mit Sägeführung aus der großen Platte, sägt man möglichst viele Teile, die in *einer* Richtung dasselbe Maß haben, mit einem gemeinsamen Schnitt zu. Anders gesagt: Man ordnet die Teile so an, dass man die große Plat-te erst mal in Streifen schneidet und aus denen die endgültigen Werkstücke sägt. Das erspart nicht nur, den Anschlag oft zu verstellen oder die Schiene mehrmals umzusetzen, sondern stellt auch sicher, dass die Teile exakt zueinan-der passen und zwischen ihnen keine Lücken klaffen. Dadurch ergibt sich, dass man manche Teile erst mal nur halb zuschneidet und später erst fertig. Es ist deshalb hilfreich, sich auf das Material zu schreiben, was daraus werden soll.

Bei der Kiste bietet es sich etwa an, erst mal einen langen Streifen auf jene Breite zu schnei-den, die der benötigten Höhe der Seitenwände entspricht (so wie das links auf dem Bild mit den Zuschnittsskizzen zu sehen ist). Später sägt man aus diesem Streifen erst die kurzen und dann die langen Seitenwände heraus. Je nach verwendetem Material ergibt sich da-durch auch ein gleichmäßiges Bild, wenn etwa die Maserung des Deckfuniers bei Sperrholz längs um die Kiste umzulaufen scheint.

Auf diese Weise müssen Sie unter Umstän-den mehr Material einkaufen als gedacht – es hilft also nicht, nach Stückliste die benötigten Quadratmeter Platte zusammenzurechnen und dann eine zu kaufen, die diese Fläche hat. Falls beim Zuschnitt große Stücke Mate-rial übrig bleiben, werfen Sie die keinesfalls weg. Sie machen sich oft im nächsten Projekt nützlich.



Zwei Zuschnittsskizzen für eine Kiste mit den Innenmaßen 50cm x 30cm x 16cm. Bei einem Material mit Maserung (links) fällt unter Umständen mehr Verschchnitt an als bei Plattenmaterial ohne Maserung, etwa MDF (rechts). Die Pfeile markieren jeweils die ersten drei Sägeschnitte.

### Faserrichtung

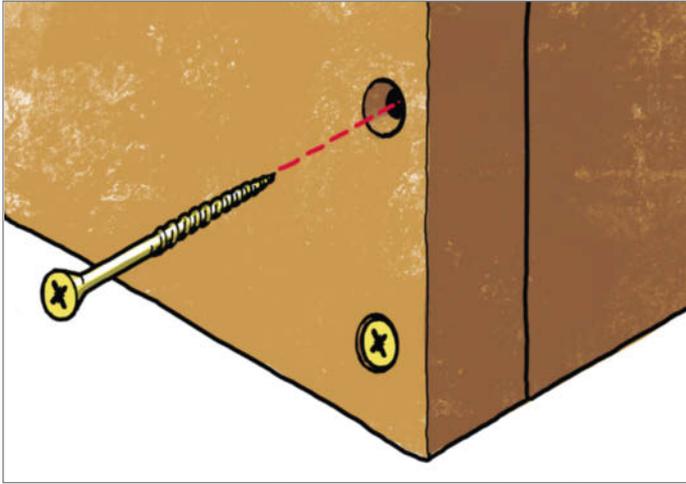
Apropos Maserung: Bei Sperrholz, Multiplex, Spanplatte und MDF ist es technisch egal, ob man ein Werkstück längs oder quer aus einer Platte ausschneidet – bei Sperrholz oder funierter Spanplatte, die an der Oberfläche eine Faserrichtung erkennen lassen, ist es allerdings eine optische Frage (intensiv be-schäftigen wir uns ab Seite 14 mit den un-terschiedlichen Werkstoffen). Bei Massiv- oder Leimholz ist man da nicht so frei, denn Holz hat in Längs- und Querrichtungen ganz un-terschiedliche Eigenschaften. Es biegt sich (und bricht) parallel zu seinen längs laufen- den Fasern viel leichter als quer dazu. Deshalb achtet man bei der Konstruktion mit Holz darauf, dass die Fasern immer parallel zur längeren Kante laufen (zu den Ausnahmen kommen wir gleich). Das ergibt sich in der Praxis meist schon dadurch, dass Bäume viel mehr in die Länge (also längs zur Faser) wach-sen als in die Breite, aber man sollte es trotz-dem im Kopf behalten.

Die Faserrichtung ist auch bei Tischlerplat-ten wichtig: Diese haben meist eine dicke Mittellage und dünne Deckschichten mit 90 Grad dazu verdrehter Faserrichtung. Baut man etwa Bücherregale aus Tischlerplatten, bie-gen die sich unter der Last der dicken Wälzer weniger durch, wenn die Faserrichtung

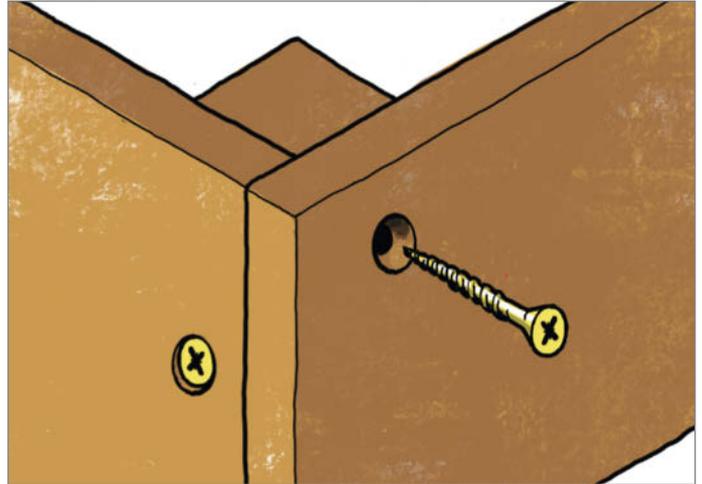
der *Mittellage* längs läuft. Das sieht bei drei-schichtiger Tischlerplatte auf der Oberfläche zwar etwas seltsam aus, weil dann dort die Fasern quer laufen, ist aber stabiler.

In der klassischen Massivholz-Tischlerei lässt man bei Konstruktionen wie unserer Bei-spielkiste die Faserrichtung immer über alle vier Seiten ringsherum gerade durchlaufen: Schaut man oben auf die Öffnung, sieht man dadurch überall Längsholzkanten, nirgends Hirnholz. Auch für den exotischen Fall, dass so eine Kiste mal höher als breit ist, behält man diese Richtung bei: Dann ist die kurze Seitenwand ausnahmsweise mal ein Teil, bei dem die Faser parallel zur *kurzen* Kante ver-läuft. Das hat den tieferen Sinn, dass Holz quer zur Faser mehr arbeitet als längs und man so vermeidet, dass sich Risse in den Wänden bil-den.

Das Problem taucht dann aber wieder an anderer Stelle auf, nämlich beim Boden. Zwar laufen dessen Fasern parallel zu den Fasern der langen Seiten, das ergibt keine Probleme. Bei den kurzen Seiten der Kiste stehen deren Längsfasern quer zu denen des Bodens. Bei der einfachen Kistenkonstruktion von vorhin ist das Problem nicht zu lösen – man muss hier entweder auf nicht arbeitendes Platten-material zurückgreifen (das ist für eine Trans-portkiste ohnehin meist billiger) oder damit leben, dass der Boden bei starken Schwan-



Bei Materialstärken über 15mm schraubt man die Ecken einfach von außen zusammen und trägt vorher zusätzlich Holzleim zwischen den Teilen auf.



Bei dünnen Platten sorgen innen eingesetzte Kanthölzer für Stabilität. Deren Platzbedarf muss man bei der Konstruktion aber berücksichtigen.



In der Mitte eine klassische Holzschraube mit dickem Schaft, die eine Stufenbohrung braucht, rechts eine Spanplattenschraube, die man mit nur einem Durchmesser vorbohren muss. Links der Senker, den man für beide braucht.

kungen in Temperatur und Luftfeuchtigkeit Risse bekommt oder sich wölbt. Oder man greift zu einer Konstruktion, die ein wenig Schwund und Quellen ausgleichen kann, etwa einer eingenuteten Bodenplatte aus Sperrholz (siehe auch Seite 54).

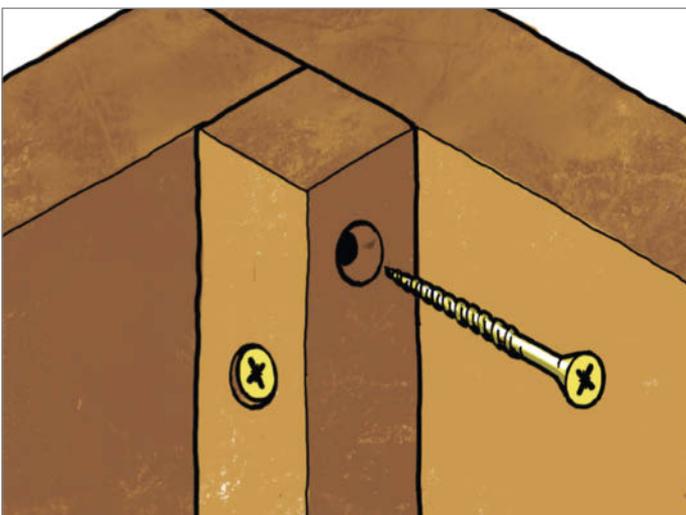
### Richtig schrauben

Zurück zur Kiste: Angenommen, alle Teile dafür sind zugeschnitten, aus einem verzugsfreien Plattenmaterial, etwa 15mm Multiplex. Wie verbindet man das zu einer soliden Kiste? Ganz einfach: Schrauben ist gut, Kleben ist gut (hat aber Tücken), Kleben *und* Schrauben ist auf jeden Fall besser.

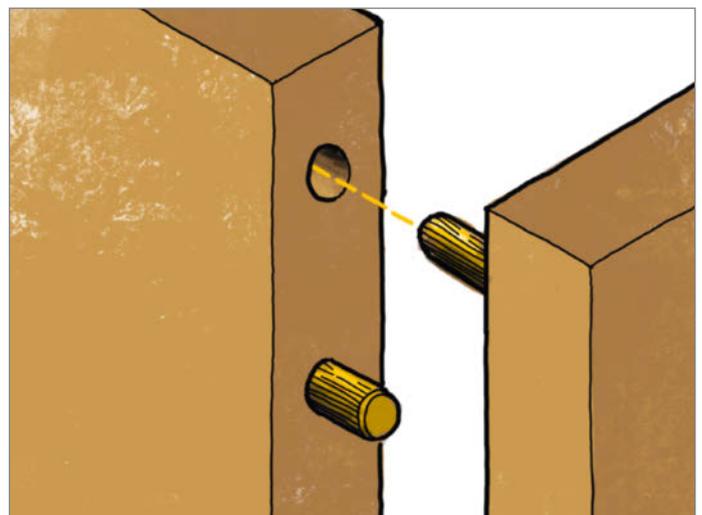
Wie man richtig schraubt, sehen Sie im Kasten auf Seite 49 dargestellt: Vorbohren mit zwei verschiedenen Durchmessern und zusätzlich eine Senkung für den Kopf anbringen. Das ist

ziemlich auwändig und in dieser Form eigentlich auch nur bei klassischen Holzschrauben nötig, die zwischen Kopf und Gewinde einen glatten Schaft mit nahezu demselben Durchmesser wie das Schraubgewinde haben. Für den muss man mit der ersten Bohrung Platz schaffen, erst die zweite mit kleinerem Durchmesser ist dann für das Gewinde gedacht.

Heute arbeitet man meistens mit Spanplattenschrauben (nach einem Markennamen für selbstschneidende Exemplare werden die hierzulande oft auch als „Spax“ bezeichnet). Sie haben einen dünneren Schaft (wenn überhaupt) und deshalb reicht bei ihnen eine Bohrung aus. Diese muss einen etwas kleineren Durchmesser haben als das Gewinde der Schraube, bei 4mm Gewindedurchmesser eignet sich etwa ein 3mm-Universalbohrer. Man legt dann beide Teile in ihre gewünschte spätere Position – bei der Kiste zum Beispiel



Dicke Platten kann man mit innen aufgeschraubten Kanthölzern verbinden, dann stören keine Schraubenköpfe außen an der Kiste.



Holzdübel sorgen für eine solide und unsichtbare Verbindung, eignen sich aber auch nur für dickeres Holz oder Plattenmaterial.

wieder den Boden auf die Tischplatte, nah an der Kante, die Seitenwand davor, hält beides gut fest oder fixiert es mit Zwingen und bohrt dann durch beide Teile auf einmal – aber nicht so tief, dass man am anderen Ende wieder rauskommt! Bei selbstschneidenden Schrauben reicht oft eine Bohrtiefe von zwei Dritteln der Schraubenlänge. Bei härterem Material (Sperrholz, oft auch schon bei Spanplatte) ist es sinnvoll, eine Senkung für den Schraubenkopf anzubringen, denn der zieht sich nicht von selbst beim Schrauben hinein. Das Senken kostet nicht so viel Zeit, wenn man erst alle Löcher bohrt, dann einen Senkkopf in die Bohrmaschine spannt und dann alle Bohrungen in einem Rutsch senkt. Noch komfortabler wird es mit einem Senkaufsatz, den man direkt auf den Bohrer schraubt und der nebenbei die Bohrtiefe kontrolliert.

Beim Schrauben muss man übrigens immer vorbohren, auch bei weichem Material wie Dachlatten – man bekommt da die Schraube zwar mühelos rein, aber spaltet sich nebenbei auch schnell mal das Holz ...

### Verleimen

Bringt man vor dem Zusammenschrauben noch Leim auf, wird die Verbindung deutlich fester und die Schrauben werden sich kaum irgendwann lockern. Da die fest angezogenen Schrauben für den nötigen Anpressdruck beim Verleimen sorgen, muss man keine Zwingen benutzen. Will man hingegen auf Schrauben verzichten und nur leimen, wird es kompliziert. Holzleim hält nur zuverlässig große Lasten, wenn die Klebefuge minimal klein ist. Dazu müssen die Teile während des ganzen Abbindevorgangs fest zusammengepresst werden und der kann je nach Leim durchaus mehr als eine Stunde dauern. Das geht nur mit Zwingen.

Dabei taucht das nächste Problem auf, denn der frisch aufgetragene Leim bildet zwischen den Bauteilen eine glitschige Schicht, sodass diese sich beim Anlegen und Anziehen der Zwingen fast zwangsläufig gegeneinander verschieben. Dagegen hilft nur ein formschlüssiges Element in der Verbindung – die minimale Form davon besteht im Nageltrick aus dem Artikel ab Seite 58, die maximale Form stellen die vielen Eckverbindungen der klassischen Tischlerei dar, etwa die Schwalbenschwanzzinkung von Seite 14 oder Schlitz und Zapfen wie beim Sägebock ab Seite 88. Diese – oft sehr aufwändigen – Verbindungen sind darauf optimiert, dass sie für eine möglichst große Leimfläche bei möglichst geringen Spaltmaßen sorgen und noch dazu die Teile so innig zusammenhalten, dass man bei vielen von ihnen ganz ohne Zwingen auskommt, wenn die Teile erst mal zusammengeklopft sind. Sie stammen aber aus Zeiten, als man noch keine Schrauben hatte – die erfüllen heute ähnliche Zwecke und sparen viel Arbeit.

Schrauben und Zwingen sind natürlich nicht nötig, wenn man nur wenig belastete Teile mit großen Klebeflächen zusammenleimen will, etwa die Einzelteile eines gelaserten 3D-Dioramas (siehe Seite 120).

### Eckleisten

Schrauben und Leimen funktioniert prima, aber bei Materialstärken von 10mm oder darunter wird es schwierig. Hier setzt man am Besten innen in jede Kistenecke ein Kantholz mit 15 bis 20mm Breite und Dicke und schraubt mit genügend kurzen Schrauben von außen durch die beiden Platten in dieses Holz hinein. Den Platzbedarf dieser Kanthölzer muss man allerdings berücksichtigen, wenn man eine Verpackungskiste auf Maß baut. Speziell dürfen die Kanthölzer bei unserer eingangs ge-

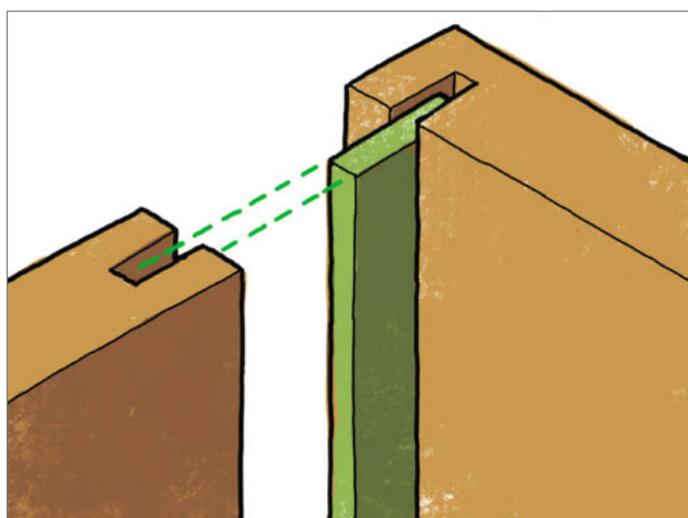


Für Holzdübel gibt es diverse Bohrhilfen im Handel. Diese hier hat Führungen für Dübellöcher der Durchmesser 6, 8 und 10mm.

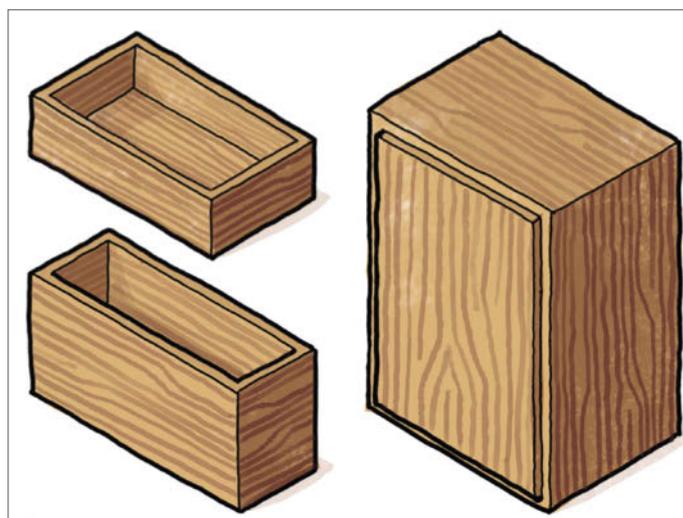
zeigten Kiste nicht bis ganz oben reichen, sondern müssen um die Stärke des Deckelinnenteils kürzer sein, sonst bekommt man die Kiste am Ende nicht mehr zu. Solche Kanthölzer kann man auch benutzen, wenn man zwar stärkeres Material benutzt, aber außen keine sichtbaren Schrauben haben will – in diesem Fall schraubt man von innen, muss dabei aber darauf achten, dass die Schrauben noch genügend tief in die Platten eindringen, um für sicheren Halt zu sorgen. Deshalb funktioniert die Variante von innen bei dünnen Platten und dicken Kanthölzern nicht.

### Dübel

Wer sich an sichtbaren Schrauben stört, kann auch zu Holzdübeln greifen, die bieten eine unsichtbare Verbindung. Holzdübel bekommt man in verschiedenen Dicken, gängig sind 6,



Mit einer Tischkreissäge kann man auch eine Nut in die Platten schneiden, in die ein Sperrholzstreifen als Feder eingesetzt wird.



Bei Massivholz lässt man die Maserung aus konstruktiven Gründen stets rings um eine Kiste oder einen Möbelkorpus laufen.



Bild: Johannes Börsen

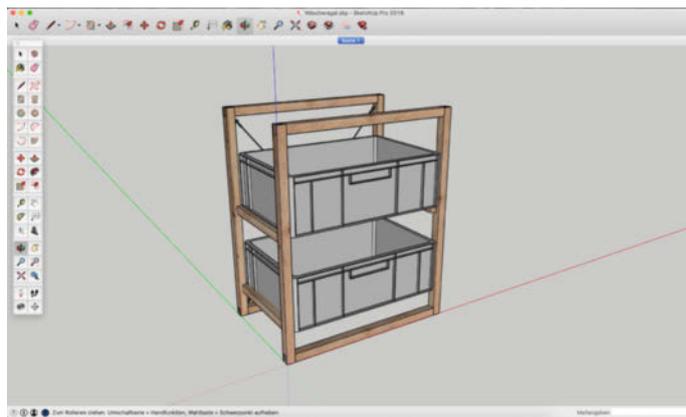


Bild: Johannes Börsen

Viel schneller als mit einem klassischen CAD-Programm kommt man mit der Software SketchUp zu einem 3D-Plan seiner Holzprojekte – hier Entwurf und Umsetzung eines Wäschekorbregals aus Multiplexstreifen durch den YouTuber Johannes Börsen.

8 und 10mm Durchmesser, und mit geriffelter Oberfläche, die den Leim besser verteilt. Für eine gedübelte Eckverbindung bohrt man in beide Teile Löcher im passenden Durchmesser und Tiefe (beide Löcher zusammen müssen ein paar Millimeter länger sein als der Dübel, aber man bohrt keines der Teile durch!). Dann gibt man Leim auf den Dübel und auf die Kontaktfläche der beiden Teile und fügt und spannt alles mit Zwingen zusammen.

Die Löcher müssen allerdings exakt gerade und genau an die richtige Stelle gebohrt werden – einfach anzeichnen und frei Hand bohren klappt nur mit viel Glück oder echtem Können, meist zwingen die Holzdübel aber die Kiste später in eine windschiefe Form, die man nicht mehr korrigiert bekommt! Es gibt im Handel diverse Bohrhilfen für Dübelverbindungen, bei denen der Bohrer meist durch ein passendes Rohr gerade gehalten wird. Eine Investition, die sich unbedingt lohnt, denn gelungene Dübelverbindungen sind solide und schick. Außerdem eignen sie sich gut, um auch größere Holzrahmen zusammenzufügen – jedenfalls deutlich besser als ein innen angeschraubter hässlicher Metallwinkel, der zudem oft noch nicht mal exakt 90 Grad hat ...

### Nut und Feder

Wer eine Tischkreissäge mit passendem Spaltkeil hat (siehe Seite 34), kann für Kästen auch zur Nut-und-Feder-Verbindung greifen. Man stellt das Sägeblatt so ein, dass es um deutlich weniger als die Materialstärke aus dem Säge Tisch ragt und schneidet dann in beide Teile eine Nut – bei einem in die schmale Kante (wozu man das Brett stehend am Anschlag entlang führt) und beim anderen entlang der Kante in die Fläche. Anschließend braucht man einen Sperrholzstreifen – die

Feder – der so dick ist wie die Nut breit (bei vielen Sägeblättern etwa 3mm) und so breit wie die doppelte Nuttiefe minus ein Millimeter Luft. Daraus ergibt sich schon, dass die Methode nur bei dickerem Kastenmaterial ab etwa 15mm Stärke aufwärts funktioniert, weil die Feder sonst zu schmal wird. Wer eine breitere Nut braucht, verstellt den Anschlag an der Tischkreissäge nach dem ersten Schnitt um ein oder mehrere Millimeter und führt die Teile nochmals am Anschlag entlang. Probieren Sie die Breite aber unbedingt an einem Abfallstück aus, eventuell müssen Sie den Anschlag mehrmals verschieben, bis Sie die perfekte Nut bekommen.

Hat man alle Ecken so vorbereitet, gibt man Leim in die Nut und auf die übrigen Kontaktflächen der Teile und zwingt die Kiste zusammen. Bei dieser Verbindung trägt die Feder nicht wirklich viel Last, sondern vergrößert nur die Leimfläche etwas und sorgt beim Leimen dafür, dass alle Teile an ihrem Platz bleiben.

### Out of the Box

Nach dem Schema der eingangs vorgestellten Kiste können Sie mit etwas Modifikation viele Lautsprecherboxen, Nistkästen und sogar Schränke bauen – aber klar, irgendwann wird die Kiste zu eng, die Projekte werden komplizierter, es muss doch ein detaillierter Plan her.

Wenn Sie den auf Papier zeichnen (oder auch, wenn Sie nach einem solchen Plan aus dem Internet oder einem Buch arbeiten), lohnt es sich immer, den vor Baubeginn noch mal ganz genau zu durchdenken und Maße nachzurechnen, ob sich nicht irgendwo ein Denkfehler eingeschlichen hat. Wenn Sie beim Aufmacherbild auf Seite 6 ganz genau hinschauen, können Sie die Notiz erkennen, die

der aufmerksame Gewerbeschullehrer auf die Teilschnittzeichnung gesetzt hat: Die Tür der darauf geplanten Anrichte lässt sich nicht weit genug öffnen, um die dahinter liegende Schublade herausziehen zu können. Bei so aufwändigen Projekten mit viel Material- und Arbeitseinsatz ist es auch die Überlegung wert, ob man die Konstruktion in einer 3D-Software zur Probe virtuell baut und dort schaut, ob alles passt, denn falsche Maße fallen da genauso auf wie beim Bau mit realem Holz.

Deshalb bietet es sich an, seine Holzprojekte direkt am Computer zu entwerfen – idealerweise achtet die Software von sich aus auf konsistente Maße, erzeugt automatisch Stücklisten und fügt Maßangaben an Teile, die von selbst auf Stand bleiben, wenn man die Teile ändert. Nicht zuletzt kann man anhand eines 3D-Rendering gleich auch beurteilen, ob das Projekt ansprechende Proportionen hat und man kann es mit unterschiedlichen Texturen belegen, um verschiedene Materialien durchzuspielen. Wer mit dem Lasercutter oder der CNC-Fräse arbeitet, kommt um die Arbeit mit einer digitalen Vorlage ohnehin nicht herum. Wir stellen im Folgenden daher noch einige nützliche Entwurfsprogramme für Holzarbeiten vor, die zumindest in der Basisversion kostenlos sind. Links zum Download finden Sie über die URL in der Kurzinfor.

### 2D: Inkscape & Co.

Für 2D-Vorlagen für Holzprojekte braucht man nicht unbedingt ein echtes CAD-Programm – jedenfalls, wenn es darum geht, Vorlagen fürs 2,5D-CNC-Fräsen oder Lasercutten zu zeichnen oder auch den idealen Zuschnittplan für die benötigten Bauteile zu skizzieren, bevor man die Kreissäge anwirft – Rechtecke sind auf dem Bildschirm viel

schneller in eine neue Anordnung geschoben als auf dem Papier. Für solche Zwecke eignet sich im Prinzip jeder Vektorzeichner, etwa das kostenlose *Inkscape*. Das ist eigentlich eine Software für grafische Gestaltung, wird aber durch eine Reihe spezieller Erweiterungen (zum Teil aus der Community) für technische Anwendungen interessant: Damit kann man etwa nach Eingabe von ein paar Parametern auf Mausklick Zahnräder, Skalen für Drehknöpfe oder Lasercutter-Vorlagen für Sperrholzschachteln mit Fingerzinken als Verbindenerzeugen. Auch ein Bemaßungswerkzeug, wie man es von technischen Zeichnungen kennt, kann man als Add-on nachrüsten.

Wer die kommerziellen Programme *Corel-Draw* oder *Adobe Illustrator* besitzt, kann seine Vorlagen und Pläne auch damit zeichnen, beide beherrschen gängige Dateiformate wie DXF ebenfalls. Wer hingegen eine 2D-CAD-Software sucht, sollte sich den schlanken freien DXF-Editor *LibreCAD* anschauen.

### 3D einfach: SketchUp

Die ersten Striche in der 3D-Welt fallen bei SketchUp intuitiv leicht – einfach mit dem Bleistiftwerkzeug direkt in den virtuellen Raum hineinzeichnen, denn die Linien rasten fast von selbst parallel zu den Raumachsen ein. Geschlossene Formen füllen sich automatisch, mit dem Pull-Werkzeug zieht man das Ganze in die dritte Dimension und belegt sie flott mit Holztexturen – so easy kann 3D sein. Mit wohl kaum einer 3D-Software kommt man so schnell zu einem plastischen Modell seines Entwurfs wie mit SketchUp, sei es als Maker zu Hause oder als Tischler beim Kundentermin. Das kostenlose Plug-in *Open-CutList* erstellt zudem auf Knopfdruck eine Stückliste für den Zuschnitt und macht sogar auf Wunsch einen Vorschlag für einen Schnittplan. Für den Einstieg in die Arbeit mit SketchUp speziell für Holzprojekte gibt es zudem eine ausführliche Tutorial-Serie von Johannes Börsen bei YouTube (siehe auch Seite 135).

Ab November 2020 gibt es die kommerziellen Vollversionen von SketchUp nur noch im Abo, aber man kann immer noch die kostenlose Version *SketchUp Make 2017* herunterladen (siehe Link in der Kurzinfor). Die Software installiert sich erst mal als Vollversion, um nach 30 Tagen einige Werkzeuge zu deaktivieren. Das wird ein wenig durch die integrierte Ruby-Schnittstelle für Erweiterungen gelindert. So lassen sich nützliche Funktionen wie die eben erwähnte Stückliste durch heruntergeladene oder selbst geschriebene Werkzeuge ergänzen. Deshalb ist das schon etwas betagte *SketchUp Make* auch der aktuellen Gratis-Version *SketchUp Free* vorzuziehen, die im Browser läuft und sich nicht erweitern lässt.

### Mit CAM: Fusion 360

SketchUp ist so flott zu bedienen, weil die Software die Formen grob vereinfacht, also etwa mit Polygonen arbeitet statt mit mathematisch korrekt beschriebenen Kugeln, Splines und ähnlicher höherer Geometrie. Das kann *Fusion 360* von Autodesk nicht passieren, handelt es sich doch um ein professionelles CAD-Paket, das allerdings halb in der Cloud hängt: Ohne Internetanschluss läuft nichts, die Daten liegen auf den Servern des Anbieters und trotzdem ist man wegen der nötigen Installation eines Clients im Prinzip auf Windows oder macOS als Betriebssystem festgelegt. Neben CAD beherrscht *Fusion 360* auch CAM, die Aufbereitung der 3D-Daten als Werkzeugpfade etwa fürs CNC-Fräsen. Daneben kann man damit ganz profan in 2D Vorlagen für seinen Lasercutter zeichnen.

Jahrelang konnte man Fusion als Privat-anwender kostenlos und ohne Einschränkung nutzen, musste nur einmal im Jahr versichern, dass man weniger als 100.000 Dollar Jahresumsatz mit dem macht, was man da konstruiert. Das hat sich gerade geändert und es gibt jetzt – ähnlich wie bei SketchUp – deutlich weniger Funktionen für Gratisnutzer (Details siehe Link in der Kurzinfor). Dennoch bleibt die Software für viele Anwendungsfälle immer noch nützlich. So zeigt ein ausführlicher Artikel im aktuellen Workshop-Heft der *Mac & i*, das parallel mit unserem Sonderheft erscheint, wie man mit *Fusion 360* Schritt für Schritt eine Kinderwiege aus Holz konstruiert und aus dem 3D-Modell am Ende einen maßstabsgetreuen Plan exportiert.

### Open Source

Wer Open-Source-Software benutzt, ist von keinem kommerziellen Anbieter abhängig, der sein Gratis-Angebot von heute auf morgen einschränken oder ganz einstellen kann. Für 3D gibt es unter dieser Lizenz etwa *Blender* und *FreeCAD*. Für den Umgang mit beiden Software-Paketen haben wir in den vergangenen Monaten ausführliche Tutorials veröffentlicht – für *FreeCAD* in Form von Artikeln in den Make-Heften, für *Blender* in Form unseres Videokurses *Blender für Maker* (siehe Link in der Kurzinfor).

Obwohl *Blender* eher ein Animations- und Rendering-Paket ist, kann man damit nebenbei auch ziemlich gut Vorlagen fürs 3D-Drucken und 3D-CNC-Fräsen erzeugen. Zudem lässt sich *Blender* mittels Python-Add-ons erweitern, mit *blenderCAM* gibt es sogar ein eigenes CAM-Plug-in. Allerdings arbeitet *Blender* intern hauptsächlich mit Polygonmodellen, nicht-destruktive Subdivision-Modifier können das bei geschicktem Einsatz aber ein Stück weit kompensieren.

Bei *FreeCAD* hingegen handelt es sich um ein echtes, parametrisch arbeitendes CAD-Programm, das zudem einen eigenen Arbeitsbereich für CAM gleich integriert hat. Die Arbeit mit der Software erfordert allerdings einige Einarbeitung. Die lohnt sich, wenn man ohnehin vorhat, intensiv in die 3D-Konstruktion einzusteigen – um sich mal eben schnell das geplante Bücherregal in 3D anzuschauen, ist die Lernkurve zu steil. Dafür eignet sich *SketchUp* dann doch besser, allen Kompromissen einer eingeschränkten kommerziellen Software zum Trotz. —pek

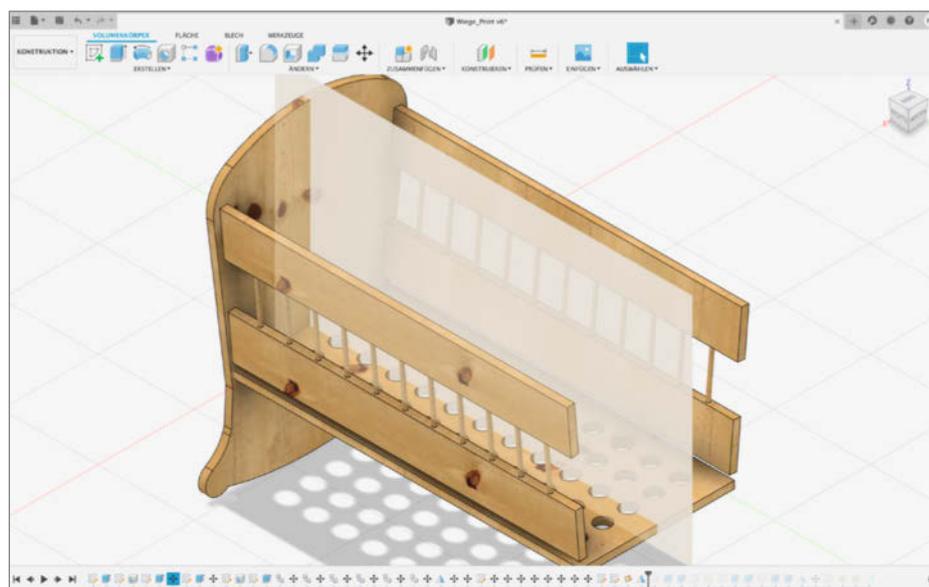


Bild: Mac & i

Das privat kostenlos nutzbare, in diesem Fall allerdings etwas eingeschränkte CAD-Paket *Fusion 360* von Autodesk eignet sich auch für den Entwurf von Möbeln in 3D.



Die Kombination unterschiedlicher Hölzer kann sehr bewusst als Gestaltungselement herangezogen werden. Bei diesem Kästchen wurden Esche und Bubinga kombiniert. Die Zinkenverbindung betont den Farbkontrast zusätzlich.

# Das geeignete Material

Die wenigsten Holzprojekte dürften bei rohen Bohlen beginnen, die direkt aus dem Baumstamm gesägt wurden – in vielen Fällen ist Leimholz und Plattenmaterial die bequemere und auch günstigere Wahl. Doch auch die Arbeit mit echtem Voll- oder Massivholz hat ihre großen Reize.

von Heiko Rech

**D**as beste Werkzeug ist nutzlos, wenn Sie nicht das richtige Material für Ihre Projekte verwenden. Aber welches Material ist das Richtige? Pauschal kann diese Frage einfach nicht beantwortet werden. Vieles ist einfach eine Frage des persönlichen Geschmacks. Was ich als schön empfinde, muss Ihnen nicht zwangsläufig auch gefallen. Der erste Punkt bei der Materialwahl sollte daher einfach nur die Optik sein.

Relativ unkritisch ist die Auswirkung der Materialwahl auf die Stabilität. Die meisten Massivhölzer sind so stabil, dass man aus ihnen sowohl kleine als auch große Möbel herstellen kann, die niemals zusammenbrechen. Vorausgesetzt, die Materialstärke ist passend gewählt. Das Gleiche gilt für die meisten Plattenwerkstoffe. Wichtiger als das konkret verwendete Material ist die Konstruktion. Die Konstruktion wirkt sich viel stärker auf die Stabilität von Möbeln und anderen Projekten aus als die Materialwahl.

### Die wichtigsten Materialien

Ich weiß nicht, ob ein Buch ausreichen würde, um alle Hölzer und Holzwerkstoffe aufzuführen und zu beschreiben. Es würde entweder ein sehr dickes Buch werden oder mehrere Bände umfassen müssen. Ein Buch über Holzwerkstoffe wäre vermutlich am Erscheinungstermin schon veraltet. Denn ständig werden neue Werkstoffe entwickelt und vorhandene miteinander kombiniert.

Ich führe daher an dieser Stelle nur die wichtigsten Materialien auf. Bei der Materialauswahl habe ich auch darauf geachtet, dass es solche sind, die über den regulären Holzhandel gut zu beziehen sind.

### Schnittholz, Blockware, Bretter und Bohlen

Als Schnittholz werden alle Holzzeugnisse bezeichnet, die durch Heraussägen aus dem Stamm längs zur Stammachse gewonnen werden. Dazu zählen Kanthölzer, Dachlatten, Balken und natürlich auch das Holz, das für hochwertige Möbel verwendet wird. Ob es sich dabei um ein Brett, oder eine sogenannte Bohle handelt, ist in der DIN 68252 klar definiert. Bretter sind zwischen 8 und 40 Millimeter dick, Bohlen sind dicker als 40 Millimeter. So eng sehen es aber die wenigsten Tischler, Holzwerker und Holzhändler. Oft spricht man generell von Bohlen, oder einfach von Blockware, wenn von eingeschnittenem Holz für den Möbelbau die Rede ist.

Solches Holz ist nicht gehobelt, sondern nur gesägt. Es muss noch viel Arbeit hineingesteckt werden, bis daraus ein Teil eines Möbels werden kann. Bedingt durch den Trocknungsprozess kann solches Holz Risse aufweisen, es kann sich verzogen haben, ist also nicht gerade. Blockware trägt oft noch

### Kurzinfo

- » Massivholz, Leimholz, Plattenmaterial: Eigenschaften, Unterschiede, Einsatzzwecke
- » Gut zu bearbeitende Holzarten unter der Lupe
- » Tipps für Materialkombinationen und den Holzeinkauf

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Grundkurs Möbelbau“ von Heiko Rech, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/x1sv](http://make-magazin.de/x1sv)

die so genannte Waldkante, also den Teil des Stammes mit der Rinde am Holz. Und nicht zu vergessen, es muss noch auf die benötigten Dimensionen gebracht werden.

Meist geschieht die Bearbeitung dieses Rohmaterials mit entsprechenden Maschinen.

Das Holz wird zugeschnitten, es muss mit dem Handhobel oder einer Hobelmaschine begründet werden, was man „Abrichten“ nennt. Danach wird es noch auf das benötigte, gleichmäßige Dickenmaß gehobelt. Das alles kostet Energie, Zeit und Platz. Und nicht zuletzt muss

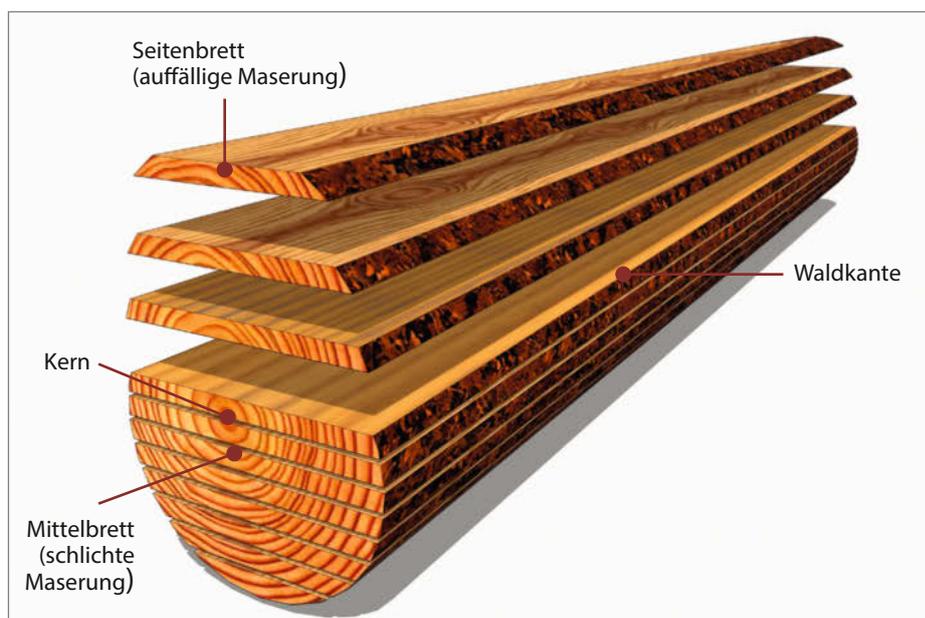
### Holz arbeitet

Den Ausspruch „Holz arbeitet“ haben sie sicherlich schon gehört. Konkret ist damit gemeint, dass es hygroskopisch ist. Es nimmt also Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf oder gibt welche ab. Dabei verändert Holz auch seine Dimensionen. Leider tut es das nicht gleichmäßig und von Holzart zu Holzart auch noch unterschiedlich. Auch der Verlauf der Jahresringe innerhalb eines Brettes

kann sich auf das genaue Schwund- und Quellverhalten auswirken. Folgende Angaben sind daher nur als Durchschnittswerte anzusehen:

- » In Wuchsrichtung unter 0,5 %
- » Quer zur Wuchsrichtung bis zu 5 %

In der Praxis muss meist nur das Schwinden in der Breite konstruktiv berücksichtigt werden.



Dies ist die meist angewendete Einschnittart für Stämme. Zur Mitte hin wird die Maserung schlichter, die Seitenbretter sind auffälliger gemasert.



**Eiche-Bohlen mit sehr auffälliger Maserung. Dieses Holz muss noch zugeschnitten, abgerichtet und ausgehobelt werden.**

auch in entsprechende Werkzeuge investiert werden. Ganz zu schweigen von der Erfahrung, die notwendig ist, um aus einem roh zugeschnittenen Holz ein rechtwinklig und gerade ausgehobeltes Bauteil herzustellen.

Möbel aus selbst ausgehobeltem Holz sind wunderschöne Unikate. Durch die Holz Auswahl kann man das Gesamtbild des Möbels stark beeinflussen. Neben der Verarbeitung stellt aber auch der Einkauf schon eine gewisse Hürde dar. Es bedarf einfach einer gewissen Erfahrung, um die benötigte Holzmenge zu bestimmen und das Holz unter optischen Gesichtspunkten auszuwählen. Einem Neuling in Sachen Holzbearbeitung würde ich davon erst einmal abraten. Durch

Verwendung von Massivholzplatten (Leimholzplatten) erleichtern Sie sich den Einstieg sehr.

Da Holz ein Naturprodukt ist, gibt es sehr große Unterschiede im Bezug auf die Eigenschaften zwischen den einzelnen Hölzern. Es gibt schwierig zu bearbeitende Hölzer und solche, die sich schlecht mit Handwerkzeugen bearbeiten lassen. Es gibt Arten, die mehr oder weniger schwinden als andere, es gibt stabile und weniger stabile, harte und weiche. Einige Hölzer eignen sich meiner Meinung nach besser für den Neuling in Sachen Holz als andere. Machen Sie sich den Einstieg in den Möbelbau also nicht unnötig schwer, indem sie auch noch schwierig zu bearbei-

tendes Holz wählen. Einfach zu bearbeitende Hölzer sind zum Beispiel:

- Amerikanischer Nussbaum
- Amerikanischer Kirschbaum
- Erle
- Esche
- Yellow Poplar (Tulpenbaum)
- Nordische Kiefer
- Ahorn
- Eiche

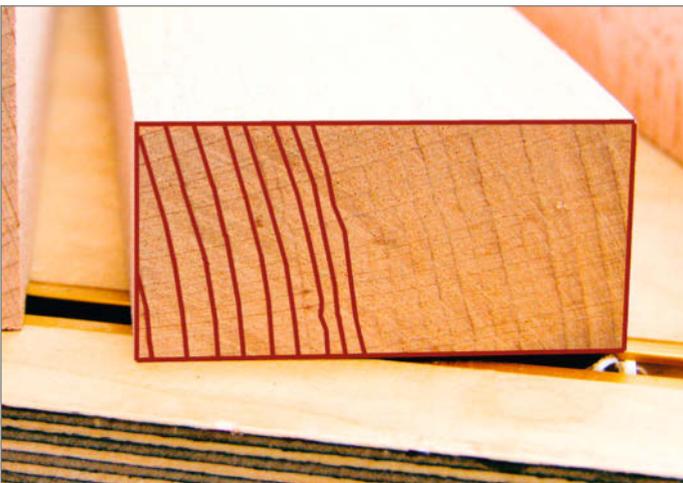
Die Fotos auf der folgenden Seite zeigen diese Hölzer, die überlappenden Bilder stellen jeweils einen vergrößerten Querschnitt dar.

Das sehr beliebte Buchenholz habe ich nicht aufgeführt. Es arbeitet sehr stark, ist mitunter spröde und lässt sich mit Handwerkzeugen nur schwer bearbeiten. Das ebenfalls beliebte Fichtenholz sollten Sie für Ihre ersten Möbel auch meiden. Es ist zum einen nicht einfach gute Qualität zu bekommen, zum anderen ist es sehr weich und neigt zu Ausrissen beim Fräsen und Hobeln. Die vielen Äste erschweren die Bearbeitung noch zusätzlich.

### Leimholzplatten

Wenn Massivholzleisten zu Platten verleimt werden, spricht man in der Regel von Leimholz. Bei diesen Platten handelt es sich nach wie vor um Massivholz und die Platten haben alle dazugehörigen, typischen Eigenschaften. Lediglich die Verarbeitung ist einfacher als bei Schnittholz. Die Industrie hat Ihnen dabei schon eine Menge Arbeit abgenommen.

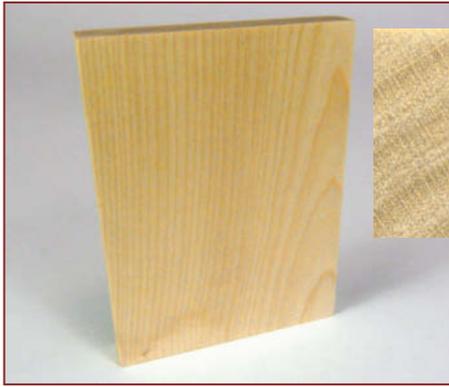
Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Leimholzplatten. Die einfachste Qualität sind keilgezinkte Platten. Diese Platten sind aus kurzen Leisten zusammengesetzt, die auch in der Länge verleimt wurden. Es entsteht dadurch eine sehr unregelmäßige und unnatürliche Optik.



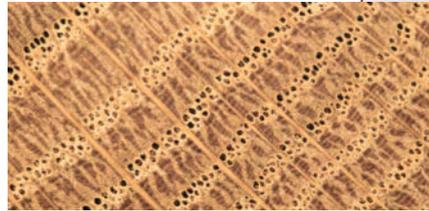
Mit dem Begriff „stehende Jahresringe“ ist gemeint, dass diese am fertigen Werkstück nahezu im 90°-Winkel zur Oberfläche verlaufen. Das ist ideal etwa für Rahmen, weil die Bauteile mit stehenden Jahresringen weniger zum Verziehen neigen.



Leimholzplatten gibt es im gut sortierten Holzhandel in vielen unterschiedlichen Holzarten, Abmessungen und Qualitäten. Da findet sich für jeden Holzgeschmack das richtige Holz und man spart sich gerade als Einsteiger viel Mühe bei der Vorbereitung des Materials.



Ahorn



Eiche



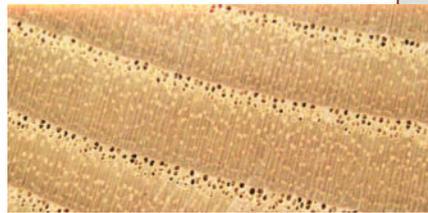
Amerikanischer Kirschbaum



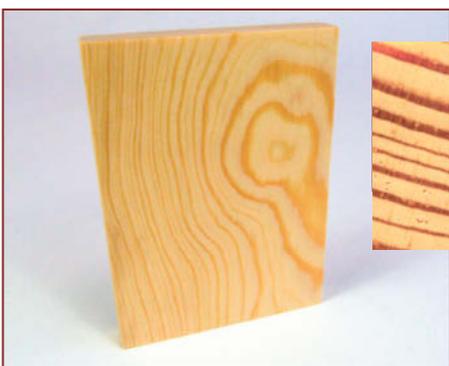
Erle



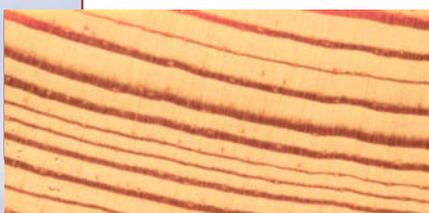
Amerikanischer Nussbaum



Esche



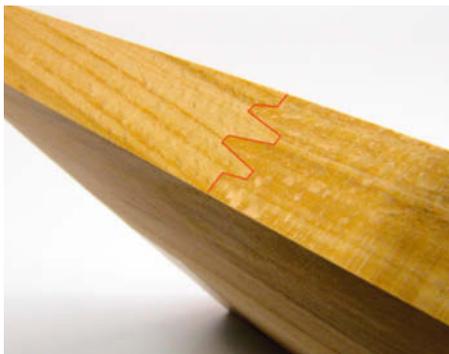
Kiefer



Yellow Poplar



Keilgezinktes Leimholz wirkt je nach Holzart und Sortierung sehr unruhig.



Die Keilverbindung wird besonders an den Kanten sichtbar.



Leimholz mit durchgehenden Lamellen hat eine ruhigere Optik. Längsstöße kommen nicht vor. Bei einigen Holzarten sind keine Platten über 2,3 Meter Länge zu bekommen.

### Gängige Leimholz-abmessungen und Holzarten

Stärken	18/26/40
Breiten	200/250/300/ 400/500/600
Längen	800/1200/2000/2500
Holzarten	Buche, Fichte, Eiche, Birke, Akazie, Robinie, Nussbaum, Kirschbaum
alle Maße in Millimeter	

Bei den besseren Qualitäten werden diese vielen Holzteile vor dem Verleimen farblich sortiert, sodass die Oberfläche nicht ganz so unruhig wirkt. Besonders bei diesem keilgezinkten Leimholz gibt es sehr große Qualitätsunterschiede. Bei den minderen Qualitäten wird entsprechend schlechtes Holz verarbeitet, Fehlstellen und schlechte Verlei-

mung sind keine Seltenheit. Keilgezinktes Leimholz kann dennoch nicht generell als minderwertiger Werkstoff dargestellt werden. Letzten Endes spielt auch der eigene Geschmack eine wichtige Rolle. Platten aus keilgezinktem Leimholz sind in sehr unterschiedlichen Abmessungen im Handel zu bekommen. Das betrifft nicht nur die verfügbaren Plattenstärken, sondern auch deren Längen und Breiten. Keilgezinktes Leimholz ist wohl die einfachste Möglichkeit an Massivholz in kleinen Mengen zu gelangen.

Die beste Leimholzqualität weisen Platten mit durchgehenden Leisten auf. Die auch Lamellen genannten Leisten ziehen sich also auf ganzer Länge durch die Platte. Es leuchtet ein, dass bei diesen Platten der Verschnitt, also der nicht nutzbare Materialanteil, für den Hersteller wesentlich höher ist als bei keilgezinktem Holz. Entsprechend höher sind die Preise für diese hochwertigen Platten. Mit steigender Plattenlänge steigt der Preis noch einmal an. Meist muss man mit einem erheb-

lichen Preissprung ab einer Plattenlänge von zwei Metern rechnen. Die Optik von Leimholzplatten mit durchgehenden Lamellen kommt aber schon sehr nahe an selbst verleimte Brettflächen aus eigenhändig ausgehobeltem Holz heran.

Die Verarbeitung von Leimholz ist sehr einfach. Daher ist es der ideale Werkstoff für alle, die nicht über die Möglichkeiten verfügen, Schnittholz zu verarbeiten. Denn so können sie dennoch mit „echtem“ Holz arbeiten.

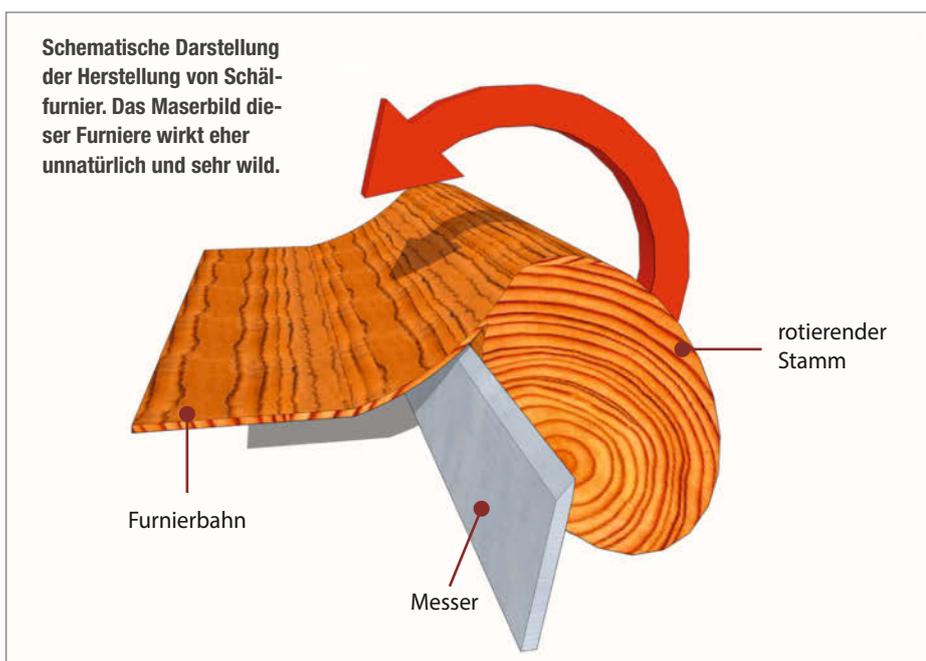
Lassen Sie sich aber nicht von der Plattenform in die Irre führen. Leimholz ist und bleibt Massivholz und verhält sich auch so. Möbel aus Leimholzplatten müssen daher so konstruiert sein, dass das Holz ungehindert quellen und schrumpfen kann.

Inzwischen sind Leimholzplatten in sehr vielen Holzarten erhältlich. Das Angebot reicht von den Standards wie Buche, Eiche und Nadelholz bis hin zu Nussbaum, Obstholz und exotischen Hölzern. Stärken bis zu 40 Millimetern sind auch problemlos zu bekommen.

### Furnier

Furniere sind sehr dünne Massivhölzer. In der Hauptsache unterscheidet man drei Arten von Furnier: Sägefurnier, Schäl-furnier und Messer-furnier. Beim Sägefurnier werden Lagen von bis zu mehreren Millimetern Dicke mit einer Säge in Längsrichtung aus dem Stamm geschnitten. Lange Zeit war dies die einzige Möglichkeit, Furniere herzustellen. Heute wird nur noch wenig Sägefurnier produziert. In der Regel wird es für die Restaurierung alter Möbel verwendet.

Sehr große wirtschaftliche Bedeutung haben Schäl-furniere. Ähnlich wie bei einem Bleistiftspitzer wird hier ein kompletter Holzstamm an ein feststehendes Messer herangeführt und dabei gedreht. Es entsteht eine sehr lange Furnierbahn. Schäl-furniere sehen, bedingt durch den Herstellungsprozess, sehr stark gemasert und daher unnatürlich aus. Sie finden daher meist bei der Herstellung von Plattenmaterialien wie Sperrholz und Tischlerplatten Verwendung.



## Nur in ganzen Platten

Leimhölzer mit durchgehenden Lamellen werden meist nur als ganze Platten verkauft. Diese Platten sind in der Regel 1,2 Meter breit, aber in unterschiedlichen Längen zu bekommen. Je nach Hersteller können die verfügbaren Stärken etwas variieren. Fragen Sie also unbedingt vor der Planung eines Projekts bei Ihrem Holzhändler nach den verfügbaren Plattenmaßen.

Hochwertige Furniere werden „gemessert“. Das bedeutet, dass ein speziell zugeschnittener Holzstamm immer wieder linear an einem feststehenden Messer entlang geführt wird. Der Vorgang ähnelt dem Schnitt an einer Brotschneidemaschine. Bei jedem dieser Schnitte entsteht ein einzelnes Furnierblatt. Diese einzelnen Blätter können dann zu größeren Flächen zusammengesetzt werden. Das ergibt ein wesentlich natürlicheres Erscheinungsbild, als es bei Schäl furnier der Fall ist. Durch die Größe und den Zuschnitt des Holzes kann das Erscheinungsbild – von schlicht bis stark gemasert – ganz gezielt beeinflusst werden. Die Stärke dieser Furniere beträgt je nach Holzart meist zwischen 0,5 und 0,7 Millimetern bei Laubhölzern. Bei Nadelhölzern werden Dicken von bis zu einem Millimeter hergestellt.

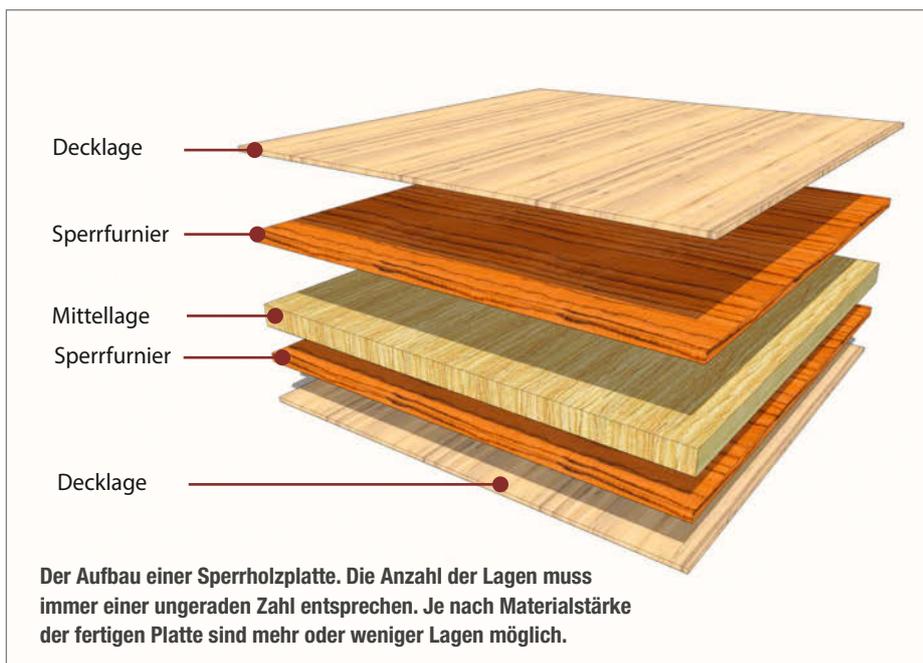
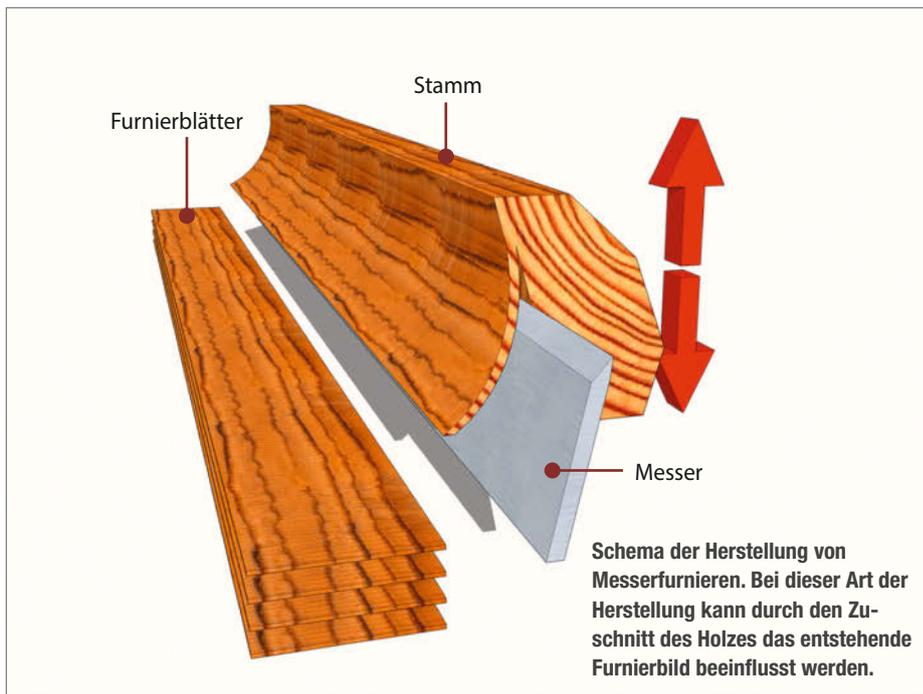
Die Verarbeitung von Furnieren macht großflächiges Pressen erforderlich. Das erschwert die Verarbeitung in der heimischen Werkstatt. Viele der nachfolgend vorgestellten Holzwerkstoffe wie zum Beispiel Sperrholz und Tischlerplatten werden ganz oder teilweise aus Furnieren hergestellt. Auf indirektem Wege werden Sie also sicherlich doch früher oder später Furniere in Form von Platten verarbeiten.

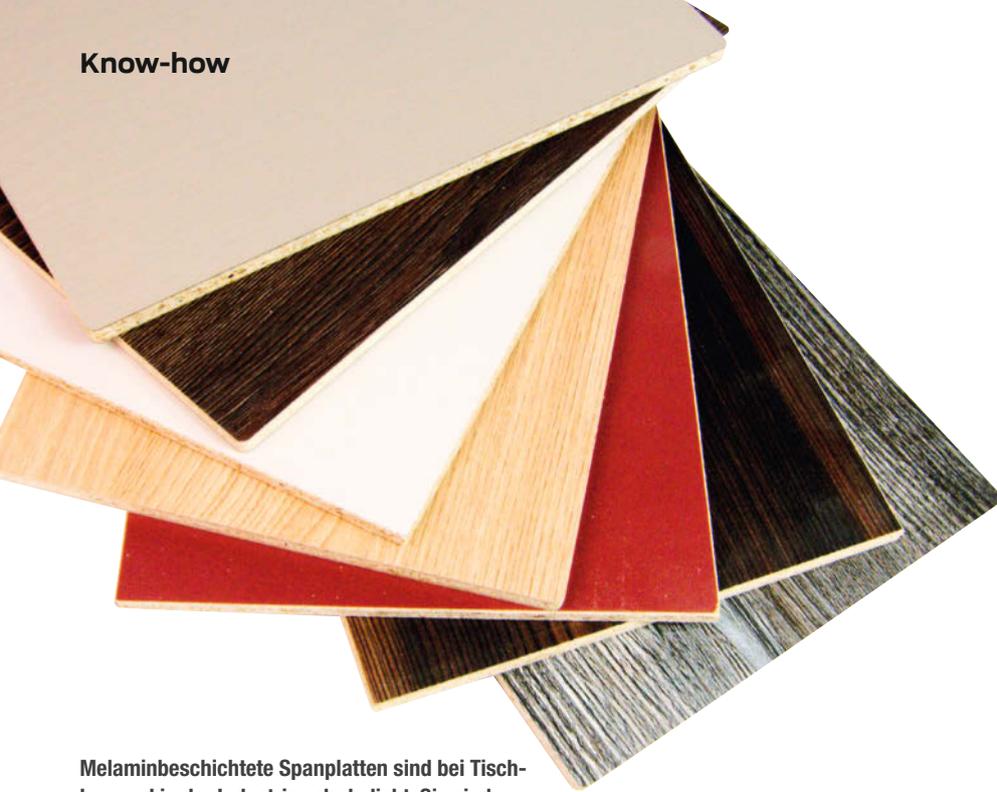
## Sperrholz

Sperrholz ist vereinfacht gesagt ein Plattenwerkstoff, der durch das Übereinanderleimen mehrerer Furniere entsteht. Die Furnierlagen werden hierbei immer im 90°-Winkel zueinander verleimt. Dadurch hebt sich das unterschiedliche Schwind- und Quellverhalten des Holzes in Längs- und Querrichtung auf. Sperrhölzer bestehen immer aus einer ungeraden Anzahl an Furnierlagen, bei denen die inneren Lagen in der Regel dicker sind als die Außenlagen. Die Eigenschaften der Platten können die Hersteller durch die Holz auswahl und die Stärke der einzelnen Lagen beeinflussen.

Eine Sonderform des Sperrholzes ist die Multiplexplatte. Sie besteht durchgehend aus gleich dicken Furnierlagen. Dadurch werden die Platten stabiler, enthalten aber auch einen

Dreischichtige Spanplatten wie diese dienen meist als Träger für Furniere und Kunststoffbeschichtungen. Unbeschichtet werden sie nur selten verwendet.





**Melaminbeschichtete Spanplatten sind bei Tischlern und in der Industrie sehr beliebt. Sie sind robust, günstig und erlauben die Umsetzung sehr unterschiedlicher Farbkonzepte.**

höheren Anteil an Klebstoff als andere Sperrhölzer. Sperrhölzer sind auch mit Decklagen aus hochwertigem Messerfurnier in vielen, teils recht edlen Holzarten erhältlich. Diese Platten eignen sich dann hervorragend für Schrankrückwände, Schubladenböden oder auch als Türfüllungen.

Die Verarbeitung von Sperrhölzern erfordert keine speziellen Werkzeuge. Der enthaltene, sehr harte Kleber beansprucht die Werkzeugschneiden jedoch stärker als massives Holz. Für einen ausrissfreien Schnitt quer zur Holzfaser sind fein gezahnte Sägeblätter von Vorteil.

## Spanplatten

Die Spanplatte ist wohl der Holzwerkstoff, der mit den meisten Vorurteilen belastet ist. Inzwischen sind Spanplatten ein hochmoderner



**MDF bietet einen guten Untergrund zum Lackieren. Die Verarbeitung und das Behandeln der Oberfläche stellen aber mitunter hohe Ansprüche an die Werkstatt und das Werkzeug.**

Werkstoff, der in der Regel nur noch sehr schwach mit Schadstoffen belastet ist. Die geringste Schadstoffbelastung haben Platten, die der Emissionsklasse E1 entsprechen. Bei ausreichend langer Ablagerung und Abspernung durch Beschichtungen wie Furnier oder Melaminharz sind die verbleibenden Ausdünstungen nur noch marginal.

Das Vorurteil, dass Spanplatten aus Resten hergestellt werden, ist nicht haltbar. Zwar versuchen die Hersteller schon einen gewissen Teil Altholz zu verarbeiten, dieser Anteil ist aber eher gering. Der größte Rohstoffanteil bei Spanplatten entfällt auf Nadelhölzer. Dabei können auch schlechte Holzqualitäten verwendet werden, wodurch der wertvolle Rohstoff Holz sehr gut ausgenutzt werden kann. Der Anteil an Klebstoffen ist inzwischen unter zehn Prozent der verwendeten Rohstoffmenge gesunken.

Spanplatten bestehen, wie der Name vermuten lässt, aus Holzspänen. Die im Möbelbau zumeist eingesetzten Flachpressplatten haben drei Lagen Späne. Die mittlere Lage besteht aus groben Spänen, die beiden Außenlagen aus feineren Spänen. Die Außenlagen sind dadurch fester. Außerdem wird die Oberfläche durch die Verwendung feinerer Späne glatter. Beschichtungen lassen sich dann besser aufbringen. Minderwertige Spanplatten haben keine drei Lagen, man erkennt das sehr gut an der unebenen Oberfläche.

Die Vorteile von Spanplatten liegen in den geringen Herstellungskosten und der Tatsache, dass Spanplatten kaum schwinden und quellen. Die Oberfläche kann mit vielen Materialien belegt werden. Gängig sind Furniere und Kunststoffbeschichtungen in vielen Farben und Dekoren. Inzwischen bieten die Her-

steller eine schier unüberschaubare Bandbreite an fertig beschichteten Platten an.

Die Platten haben aber auch einige nicht zu unterschätzende Nachteile. Ein Nachteil ist das hohe Gewicht bei nur geringer Biegesteifigkeit. Jedes Nadelholz schlägt die Spanplatte in dieser Hinsicht um Längen. Noch dazu haben Flachpressplatten eine geringe Festigkeit an den Kanten. Schrauben und Verbinder halten nur mäßig darin. Auch wenn beispielsweise ein Flachdübel gut eingeleimt werden kann, so ist das Gefüge innerhalb der Spanplatte bei Weitem nicht so stabil wie bei Tischlerplatten oder gar bei Massivholz.

Auch wenn der Anteil an Klebstoffen inzwischen recht klein ist, so reicht er dennoch aus, um Werkzeugschneiden sehr schnell abstumpfen zu lassen. Bei der Verarbeitung entstehen sehr feine Späne, die sich nicht so gut absaugen lassen wie die größeren Späne von massivem Holz. Auch der Geruch, der bei der Verarbeitung frei wird, ist nicht jedermanns Sache.

## MDF

Mitteldichte Faserplatten (MDF) ähneln den Spanplatten. Die enthaltenen Späne sind aber wesentlich feiner als bei einer herkömmlichen Spanplatte. Daher eignet sich dieser Werkstoff sehr gut, um farbig lackiert zu werden. Die Kanten müssen dann nicht noch einmal gesondert mit Anleimern belegt werden. Die feine Struktur kann direkt lackiert werden. Da die Kanten aber sehr stark saugen, empfehlen die Lackhersteller in der Regel das Auftragen eines speziellen Füllgrundes. MDF-Platten sind noch schwerer als Spanplatten, haben aber in vielerlei Hinsicht ähnliche Eigenschaften, was die Verarbeitung angeht. Bei der Verarbeitung entstehen sehr feine Stäube, die nur schwer abgesaugt werden können.

## Tischlerplatten

Massivholzmöbel sind eine wirklich tolle Sache und massives Holz ebenfalls. Aber nicht immer ist Massivholz der beste Werkstoff für ein Möbelstück oder Teile eines Möbels. So lassen sich zum Beispiel große freitragende Flächen nicht ohne weiteres verzugsfrei aus Massivholz herstellen. Problematisch sind auch Schiebetüren oder einfach nur schlichte Schranktüren ohne Rahmen. Je nach gewählter Holzart wird eine Ausführung aus Massivholz für Möbel oder Bauteile auch einfach zu schwer und zu teuer. Hier kommen dann Tischlerplatten ins Spiel.

Der Kern einer Tischlerplatte besteht aus leichtem, kostengünstigem Nadelholz. Diese Innenlage wird beidseitig mit einem dicken Schäl furnier belegt. Diese beiden Furnierlagen aus einem preisgünstigen Holz werden im rechten Winkel zur Mittellage aufgeleimt. Da-

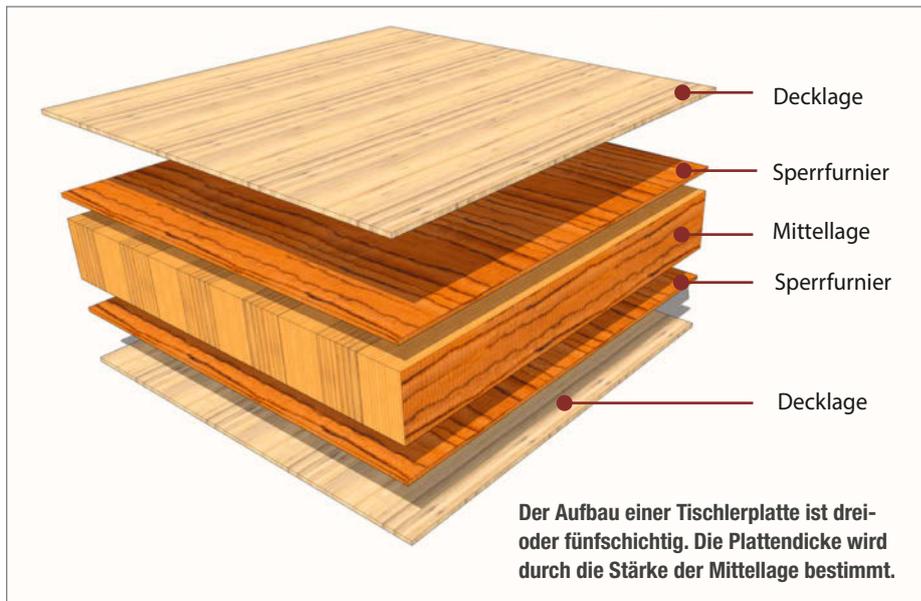
rüber kommt dann oft eine dünnere Schicht hochwertigen Furniers, das wiederum in Masserrichtung der Innenlage verläuft. So entsteht eine sehr stabile Platte mit geringer Tendenz zum Quellen und Schwinden. Darüber hinaus neigen die so hergestellten Platten weniger zum Verzug als Massivholz. Preisgünstiger als massives Holz sind sie allemal.

Der Name „Tischlerplatte“ ist nicht die offizielle Handelsbezeichnung. Jeder Holzhändler und Tischler weiß zwar, was damit gemeint ist, offiziell heißen diese Plattenwerkstoffe jedoch Stab- oder Stäbchenplatten. Bei einer Stabplatte besteht die Mittellage aus 24 bis 30 Millimeter breiten, parallel zueinander liegenden Leisten, die mit den Furnierlagen, nicht aber untereinander verleimt sind.

Der Aufbau einer Stäbchenplatte ist etwas anders. Bei ihr besteht die Mittellage aus nur ungefähr acht Millimeter breiten Schäl furnierstreifen. Dadurch ergeben sich nur stehende Jahresringe in der Mittellage. Diese dünnen Lagen sind auch untereinander verleimt. Während sich bei einer Stabplatte durchaus einmal die einzelnen Stäbe durch die Furnierlagen hindurch abzeichnen können, geschieht das bei den teureren Stäbchenplatten nicht. Die Stäbchenplatten sind insgesamt hochwertiger und neigen auch noch weniger zu Verzug, Quellen und Schwinden als Stabplatten. Sie sind also erste Wahl für Möbelfronten, während die preisgünstigeren Stabplatten für den Korpus eines Möbels vollkommen ausreichend sind.

Die Kanten der Platten zeigen deren Aufbau und werden, sofern sie sichtbar sind, mit Anleimern aus Furnier oder Massivholz versehen. Im Vergleich zu furnierten Spanplatten sind Tischlerplatten viel leichter. Und: In den Kanten von Tischlerplatten halten Schrauben, Dübel und Verbinder viel besser als bei Spanplatten.

Neben den furnierten Tischlerplatten gibt es noch spezielle Varianten, die meist ein Schattendasein führen, aber als Werkstoffe doch sehr interessant sind. Zum einen wären



### Sägeblätter für Quer- und Längsschnitt

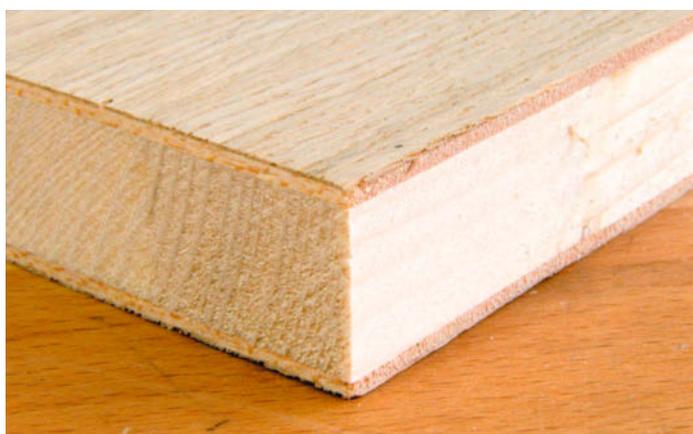
Sobald massives Holz mit einer Kreissäge geschnitten wird, spielt die Anzahl der Zägezähne eine große Rolle für das Schnittbild. Die genaue Anzahl der Zähne bei Längs- und Querschnittsägen ist auch vom Durchmesser abhängig. Bei einem typischen Blatt einer Handkreissäge mit 160 Millimetern Durchmesser wären 12 bis

16 Zähne für den Längsschnitt gut geeignet. Für Querschnitte sollten es aber schon 48 Zähne sein. Bei Tischkreissägen haben die Sägeblätter oft einen Durchmesser von 250 Millimetern. Dann hätte ein Blatt für den Längsschnitt 24 Zähne, eines für Querschnitte 60 Zähne. Mehr zu Kreissägeblättern lesen Sie ab Seite 34.

da die Tischlerplatten mit Span-Decklage, sogenannte Span-Tischlerplatten. Es gibt sie in roh oder auch direkt mit einer Beschichtung, meist Melaminharz. Diese Platten vereinen die Vorteile der sehr homogenen Oberfläche von hochwertigen Spanplatten mit der gewichtsparenden und stabilen Innenlage einer Tischlerplatte (Stabplatte).

Eine Abwandlung dieser Plattenart ist eine Stabplatte mit einer Decklage aus MDF (Mit-

teldichte Faserplatte). MDF ist schwer, kann schlecht in den Kanten verschraubt oder verbunden werden, lässt sich jedoch sehr gut lackieren und beschichten. Die Kombination aus einer Stab-Innenlage mit einer Decklage aus MDF ist daher ideal für Möbel oder Möbelteile, welche deckend lackiert werden sollen. Auch hier müssen sichtbare Kanten belegt werden. Das Belegen der Kanten geschieht entweder mit speziellen Grundier-



Eine Stabplatte mit hochwertigem Deckfurnier. Unabhängig von der Holzart der Sperr- und Deckfurniere besteht die Mittellage immer aus Nadelholz.



Die Deckschichten von Stabplatten müssen nicht aus Furnier bestehen. Auch MDF oder Spanplatten als Deck- und Sperrschicht werden angeboten.



Die Schublade ist aus Multiplex, die Front aus massivem Nussbaum und der Außenkorpus aus Birke-Leimholz. Dieser Materialmix spart Materialkosten und erleichtert das Anfertigen des Möbelstückes.

kanten oder mit Furnierkanten aus einem sehr schlichten Holz.

Die Verarbeitung von Tischlerplatten ist sehr unproblematisch. Damit das Deckfurnier nicht ausreißt, sollten Sie ein scharfes Sägeblatt benutzen. Bei der Anzahl der Zähne gelten die gleichen Empfehlungen wie für Massivholz: wenige Zähne für den Längsschnitt, viele Zähne für Querschnitte.

### Materialkombinationen

Die vorgestellten Materialien können Sie auch miteinander kombinieren. Die Kombination von unterschiedlichen Materialien kann viele Vorteile bieten. So sind Plattenwerkstoffe sehr praktisch, da sie Ihnen viel Arbeit ersparen können und einfach zu verarbeiten sind. In der Regel sind Plattenwerkstoffe auch preisgünstiger als massives Holz. Im Möbelbau bieten sich für Rückwände und Schubladenböden

Sperrhölzer an. Ein Korpus kann aus Tischlerplatten oder Leimholz hergestellt werden. Die Holzoptik kommt sehr nahe an Massivholz heran, die Haptik ist die gleiche, da die Oberfläche ja aus Echtholz besteht.

Auch die Kombination unterschiedlicher Hölzer ist meist kein Problem. Besonders schön wirkt so ein Materialmix, wenn Hölzer mit sehr unterschiedlichen Farben kombiniert werden (siehe etwa Seite 14). Auch ein Mix aus einem farbig gestalteten Korpus aus MDF mit Türen und Schubladenfronten aus Massivholz ist möglich. Ihrer Fantasie sind hierbei nur wenige Grenzen gesetzt.

Ist Massivholz im Spiel, muss jedoch dessen Quell- und Schwindverhalten berücksichtigt werden. Während sich die Abmessungen von Massivholz je nach Luftfeuchte ändern, schwinden und quellen Plattenwerkstoffe nur sehr wenig. Sie müssen also bei jeder Materialkombination das jeweilige Schwindver-

halten der Werkstoffe berücksichtigen. So ist es beispielsweise recht riskant, eine massive Brettfläche, quer zur Maserung mit einem Plattenwerkstoff fest zu verbinden. Es kann im Extremfall zu Rissen im Massivholz oder dem Aufplatzen von Leimfugen kommen.

Ein Materialmix ist aber nicht nur mit unterschiedlichen Holzwerkstoffen möglich. Auch andere Materialien lassen sich sehr gut mit Holz und Holzwerkstoffen kombinieren. Der Klassiker schlechthin dürfte Glas sein (Vitrinen, Türen, Fenster).

Stein, Leder, Linoleum, Mineralwerkstoffe, Kunststoffe, Papier und nicht zuletzt Metall, Farben und Lacke bieten Ihnen weitere Möglichkeiten zu gestalten. Denn seien wir mal ehrlich, Holz ist ein toller Werkstoff, aber es kann auch zu viel des Guten sein. Material- und Farbkombinationen lockern vor allem großflächige Möbel auf und machen diese weniger erdrückend.

### Der Holzeinkauf

Nun habe ich Ihnen all diese tollen Materialien vorgestellt. Es stellt sich jetzt aber die Frage, woher man als privater Holzwerker diese Platten und das schöne Massivholz bekommen kann. Der Baumarkt um die Ecke scheidet meist aus. Massivhölzer werden dort in der Regel nur in Form von keilgezinkten Leimholzplatten in teilweise schlechter Qualität verkauft. Am besten stehen Ihre Chancen, dort Plattenmaterial wie zum Beispiel MDF und Sperrholz zu bekommen.

Hochwertige Materialien erhalten Sie im Holzfachhandel. Nun ist es aber leider so, dass es regional sehr unterschiedlich ist, wie viele Holzhändler in Ihrer Umgebung ansässig sind und welches Sortiment an Hölzern und Holzwerkstoffen geführt wird. Es lohnt sich auf jeden Fall, sich nach einem guten Händler umzusehen, auch wenn der Weg etwas weiter sein sollte.

Der Holzkauf selbst ist Vertrauenssache. Vor allem bei Ihren ersten Einkäufen fehlt ihnen die Erfahrung, mit der Tischler und erfahrene Holzwerker ihr Material einkaufen. Umso wichtiger ist es für Sie, dass Ihr Holzhändler sie gut berät. Dazu müssen sie ihm aber auch ganz genau erklären, wofür sie die Materialien benötigen. Nehmen Sie eine Skizze Ihres geplanten Möbels oder Werkstückes mit zum Händler. Kaufen Sie ruhig ein wenig mehr Material ein als Sie benötigen, so haben Sie immer noch eine Reserve für den Fall, dass etwas schiefgeht. Und schief gehen kann immer etwas. Eventuell haben Sie nach der Fertigstellung des Projektes einige Holzreste übrig. Das macht nichts, denn als Holzwerker haben Sie immer wieder Verwendung für diese Reste.

Den ersten Besuch bei einem Holzhändler sollten sie nicht mit falschen Erwartungen an-



Beim Holzhändler kann man sich das Holz direkt ansehen und auswählen.

gehen. Viele Händler verkaufen in erster Linie an gewerbliche Kunden. Es gibt auch welche, die überhaupt nicht an Privatkunden verkaufen. Das sollten sie vor Ihrem Besuch telefonisch erfragen. Viele Händler verkaufen nur ganze Platten, andere wiederum schneiden Ihnen auch Platten zurecht und verkaufen Kleinmengen. Der Kauf ganzer Platten ist meist auch die preiswertere Variante. Bei Materialien, die in Plattenform angeboten werden, sollten sie die Preise daher immer ganz genau vergleichen.

Bei Schnittholz-Verkauf gibt es auch einige Fallstricke. Es werden in der Regel nur ganze Bohlen und Bretter verkauft, keine Anschnitte. Ob Sie sich das Holz selbst aussuchen dürfen, ist von Händler zu Händler unterschiedlich. Wichtig beim Kauf von Schnittholz ist die Holzfeuchte. Sie sollte für Möbel in zentralgeheizten Räumen zwischen acht und zehn Prozent liegen. Die Messung der Holzfeuchte kann der Händler beim Kauf durchführen, er hat dafür ein spezielles Messgerät. Ist die Holzfeuchte höher als zehn Prozent, können sie es nicht sofort verarbeiten. Es muss sich dann noch akklimatisieren. Am besten in einem Raum, der eine ähnliche Luftfeuchte

hat, wie der Raum, in dem das Möbel später stehen soll.

### Die wichtigsten Abmessungen

Diese Tabelle soll Ihnen bei der Planung und beim Einkauf eine Hilfe sein. Sie enthält die wichtigsten Plattenabmessungen und -stär-

ken der vorgestellten Materialien. Obwohl sich inzwischen gewisse Standards etabliert haben, sind diese Maße keine geltende Norm. Es steht den Herstellern frei, auch andere Abmessungen und Stärken anzubieten. Auf Nummer sicher gehen Sie also, wenn Sie vor der Bestellung oder dem Einkauf noch einmal bei Ihrem Händler nachfragen. —pek

### Wichtige Abmessungen

Material	Standardabmessungen	übliche Stärken
Spanplatten	2800 × 2070 4110 × 2070	8, 10, 12, 13,16, 19, 22, 25, 28, 30, 32, 38
MDF	2800 × 2020 4100 × 2070	8, 10, 12, 16, 19, 22, 25, 28, 30, 38
Tischlerplatten	2500 × 2050 2800 × 2050	19, 27, 40
Multiplex	3000 × 1500 2500 × 1250	6,5, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 38
Sperrholz	1830 × 2500	5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 22, 25
Leimholzplatten (durchgehende Lamellen)	Breite 1210 Länge 1250 – 5000	19, 26, 40, 45
Schnittholz	keine	27, 35, 52, 65, 80

alle Maße in Millimeter

## Für LEGO®-Freunde



P. »Sariel« Kmieć

### Das »inoffizielle« LEGO®-Technic-Buch

Kreative Bautechniken für realistische Modelle

2. Auflage

2017, 428 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-433-2



A. Ehle

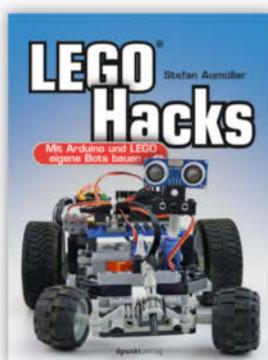
### LEGO®-Modelle beleuchten

Belebe deine LEGO-Konstruktionen mit Licht und Lichteffekten

2020, 356 Seiten

€ 32,90 (D)

ISBN 978-3-86490-687-9



S. Aumüller

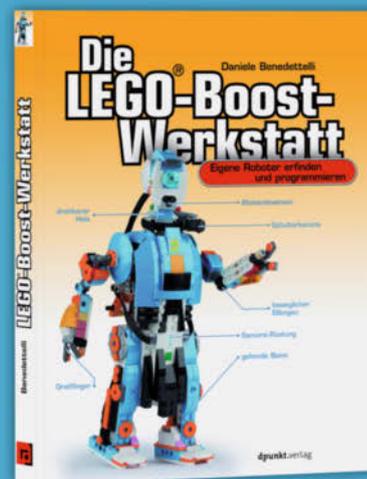
### LEGO® Hacks

Mit Arduino und LEGO eigene Bots bauen

2020, 320 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-643-5



D. Benedettelli

### Die LEGO®-Boost-Werkstatt

Eigene Roboter erfinden und programmieren

2020, 272 Seiten

€ 26,90 (D)

ISBN 978-3-86490-644-2

# Messen und Anreißen

Eine der wichtigsten Fähigkeiten, die man als Holzwerker beherrschen muss, ist das genaue Messen und Anreißen. Ohne diese grundlegende Fähigkeit wird es immer wieder zu Fehlschlägen kommen. Wenn Sie Fehler beim Messen machen, wenn Ihre Bauteile nicht rechtwinklig sind, wird sich das im fertigen Werkstück zeigen. Die gute Nachricht: Das Anreißen und Messen ist eigentlich ganz einfach, wenn man einige wichtige Werkzeuge hat und sich an einfache, zuverlässige Techniken hält.

von Vic Tesolin



**B**eim Messen müssen auch nicht unbedingt Zahlen ins Spiel kommen. Ich benutze sie sogar eher selten, wenn ich Bauteile ausmesse, weil Zahlen und Berechnungen zu Verwirrung oder Fehlern führen können, wenn man mathematisch eher schwach begabt ist. Es mögen zwar einfache Rechenaufgaben sein, aber warum sollte man Fehler riskieren? Was macht man also als Holzwerker? Man verwendet ein Messverfahren, bei dem man die Entfernungen vom Werkstück selbst abnimmt, anstatt sie von einem Bandmaß oder Lineal zu übertragen. Dieses Verfahren ist viel einfacher und die Wahrscheinlichkeit, Fehler zu machen, ist sehr viel geringer.

### Messen

Wenn ich in der Werkstatt an einem einfachen Beistelltisch mit Schublade arbeite und die Größe des Schubladenvorderstücks bestimmen muss, könnte ich einige Messungen vornehmen, sie auf das Material übertragen und darauf hoffen, dass ich einen guten Tag erwischte habe. Oder ich könnte eine kleine Leiste nehmen, sie in die Schubladenöffnung halten und zwei Bleistiftstriche auf ihr anbringen, mit denen die Größe der Öffnung bestimmt wird. Man nennt eine solche Leiste auch einen Brettriss (weil man auch ein Brett oder eine Holzwerkstoffplatte dafür verwenden kann.) Das Maß als Zahlenwert wird dadurch überflüssig, und die Fehlerträchtigkeit ist viel geringer.

### Umgang mit dem Tischlerwinkel

Tischlerwinkel und Kombiwinkel bestehen aus zwei Teilen: dem Anschlag und der Zunge. Der Anschlag wird gegen die Bezugsfläche des Werkstücks gehalten. Die Zunge zeigt dann, ob die benachbarte Fläche im rechten Winkel zur Bezugsfläche steht.

Man verwendet den Winkel, indem man den Anschlag an die Bezugsfläche legt und an ihr hinunterschiebt, bis die Zunge an der benachbarten Fläche anliegt. Wenn die Zunge auf ihrer gesamten Länge an der Fläche anliegt, dann steht diese im rechten Winkel zur Bezugsfläche. Falls nicht, beträgt der Winkel nicht 90° und Sie müssen nacharbeiten. Der Winkel muss dabei gerade über der Fläche liegen, damit man präzise ablesen kann. Das Gleiche gilt für die 45°-Seite eines Kombiwinkels und für ein Gehrungsmaß. Mehr dazu lesen Sie im Artikel ab Seite 74.

### Anreißen mit dem Messer und mit dem Bleistift

Beim Holzwerken geht es meist darum, Material abzunehmen, vom Holz und meist bis zu einer Linie (einem „Riss“) irgendeiner Art. Dabei kann die erforderliche Genauigkeit

### Kurzinfo

- » Anreißen mit Messer und Bleistift
- » Sägekerbe als Hilfe beim Sägen mit der Hand
- » Eindeutige Kennzeichnung von Einzelteilen

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Einfach Holzwerken!“ von Vic Tesolin, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/x2rs](http://make-magazin.de/x2rs)

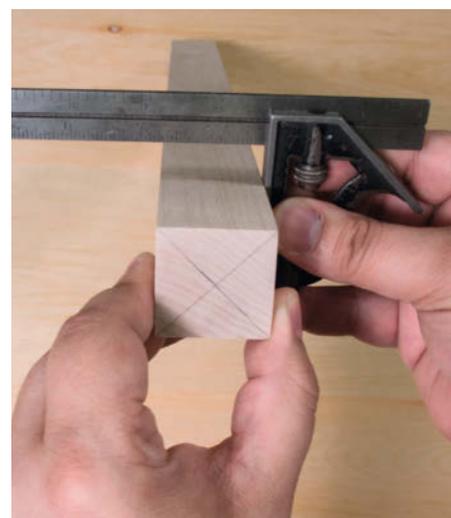
durchaus unterschiedlich sein. Wenn man die Bauteile für ein Werkstück grob zuschneidet, belässt man sie mit Übermaß. Die Genauigkeit muss nicht sehr hoch sein. Wenn Sie dann aber diese Bauteile auf Endmaß bringen, müssen Sie so genau wie möglich arbeiten.

**Bleistifte:** In meiner Werkstatt verwende ich normalerweise einen flachen Zimmermannsbleistift, um erste Kennzeichnungen anzubringen. Er ist nicht zu schlagen, wenn man einen groben Sägeschnitt anreißen oder ein Bauteil kennzeichnen will. Solche Bleistiftmarkierungen sind aber nur für ungefähre Angaben geeignet, nicht für das Anreißen von Endmaßen oder Verbindungen. Zimmermannsbleistifte sind recht weich, und man kann die gleichen Aufgaben auch mit einem normalen HB-Bleistift ausführen.

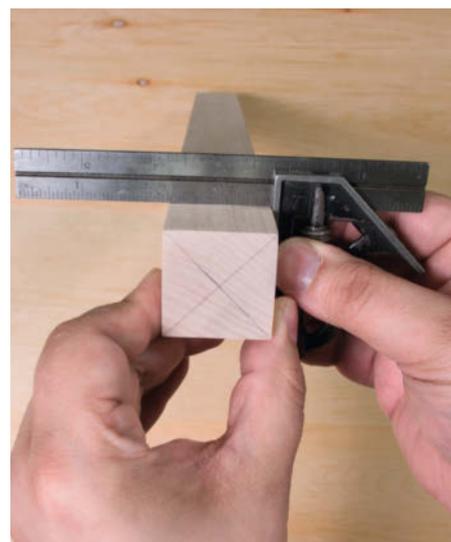
**Anreißmesser:** Wenn es um genaues Anreißen geht, verlasse ich mich nicht auf einen Bleistift. Die Endmaße eines Bauteils, Verbindungen, die angeschnitten werden sollen, und wichtige Platzierungen kennzeichne ich mit einem Anreißmesser. Der Vorteil eines Messerrisses liegt darin, dass er eine kleine Kerbe darstellt, in die man einen Stechbeitel einlegen kann. Das gleiche gilt für die Säge: Auch sie wird anfänglich vom Messerriss geführt, und man erreicht so einen präziseren Schnitt. Wenn die eigenen Augen schon bessere Zeiten gesehen haben, kann man den Messerriss auch mit dem Bleistift etwas nachziehen, um ihn besser erkennen zu können. Dafür sollte man einen Bleistift mit harter Mine (H) verwenden, da diese sich feiner ansitzen lässt und dann leichter in den Messerriss eingelegt werden kann.

### Anreißen mit dem Messer

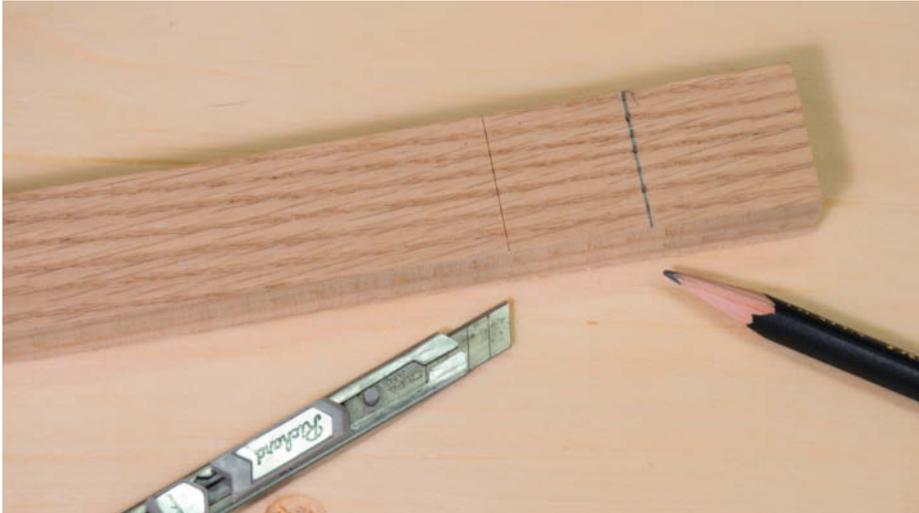
Einen Bleistift zu benutzen ist nicht so furchtbar schwierig. Den Umgang mit dem Anreißmesser muss man allerdings lernen. Damit der Messerriss seine Aufgabe erfüllt, sollte er einigermaßen tief sein (etwa 0,5–1,0mm). Man sollte jedoch nicht versuchen, auf Anhieb bis zu dieser Tiefe zu schneiden. Legen Sie das



Um zu prüfen, ob benachbarte Flächen senkrecht zueinander stehen, legt man den Anschlag des Winkels an der Bezugsfläche an.



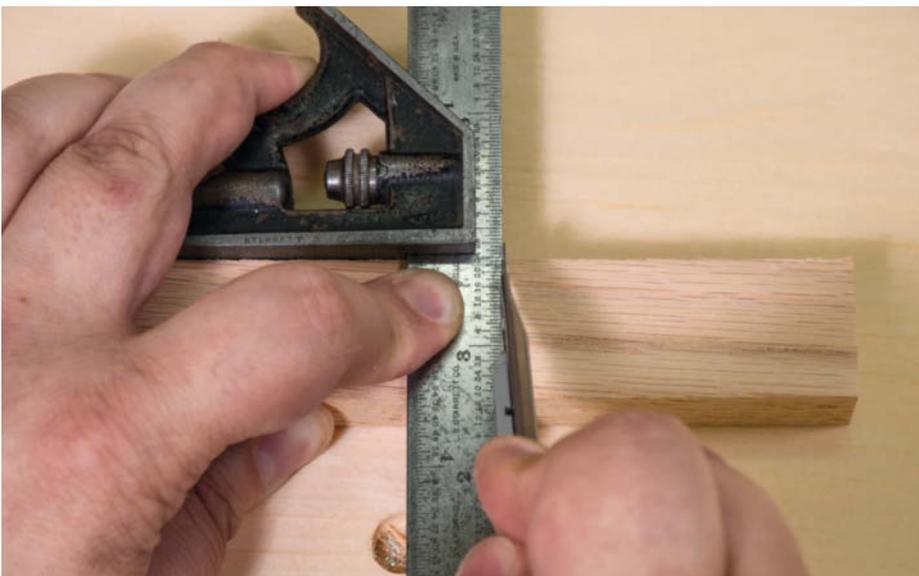
Der Anschlag wird dann an der Fläche hinabgeschoben, bis die Zunge auf der anderen Fläche aufliegt. Ein Spalt zwischen der Fläche und der Zunge zeigt, ob und wie sehr der Winkel von 90° abweicht.



Messerrisse sind Bleistiftrissen vorzuziehen, weil man die Schneide eines Werkzeugs in den Riss einlegen und von ihm führen lassen kann. Wenn man den Messerriss mit dem Bleistift nachzieht, ist er leichter zu sehen.



Setzen Sie einen Messerriss an, indem Sie das Anreißmesser kräftig in die Kante des Materials drücken.



Legen Sie dann die Zunge des Winkels am Messer an und ziehen Sie den Riss über die Fläche des Werkstücks.

Messer dort an, wo Sie anreißen möchten und bringen Sie dann die Zunge des Winkels an das Messer heran. Schneiden Sie zuerst nur flach ein und vertiefen Sie dann den Riss, bis er die gewünschte Tiefe hat. Wenn Sie das Messer an einem Lineal oder Winkel führen, üben Sie leichten Druck auf die Messerklinge aus, damit der Riss nicht abwandert. Messer folgen beim Anreißen gerne den Holzfasern, achten Sie also auf die richtige Lage des Messers, wenn Sie es ansetzen.

### Eine Sägekerbe anlegen

Sägekerben sind ein bewährtes Hilfsmittel. Sie gehören zu den Handwerkertricks, die das präzise Arbeiten mit Handwerkzeugen sicherstellen und die verlorengehen, als wir alle begannen, mit Maschinen zu arbeiten. Die Sägekerbe ist einfach eine kleine schräge Nut, die quer zur Faser läuft und in die man das Sägeblatt einer Handsäge einlegen kann. Mit dieser Technik kann man eine gerade Brüstung oder einen präzisen Ablängschnitt anlegen.

Reißen Sie zuerst mit dem Streichmaß oder Anreißmesser eine Linie an. Stechen Sie dann mit dem Beitel in einem Winkel von etwa 45° seitlich zur Linie hin ein, um die Kerbe zu schneiden. Legen Sie dann das Sägeblatt in die Kerbe und führen Sie den Sägeschnitt aus. Wenn Sie gut sägen, erhalten Sie so eine schöne Brüstung oder einen sauberen Ablängschnitt, der mit dem Hobel nur noch wenig verputzt werden muss, um ihn fertigzustellen.

### Kennzeichnungen

Man kann sein Rohmaterial und seine Bauteile auf ganz unterschiedliche Weise kennzeichnen, aber ich verwende fast ausschließlich zwei Markierungsarten.

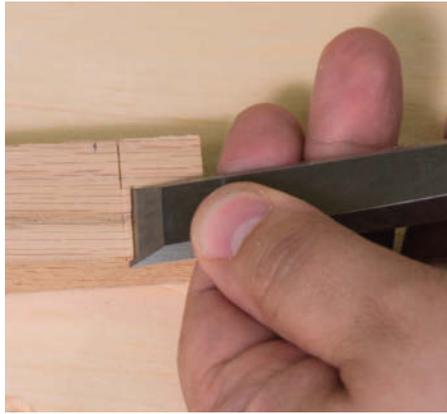
**Bezugsfläche/Bezugskante:** Es ist wichtig, die Fläche und die Kante zu kennzeichnen, die bei den folgenden Arbeitsschritten als Bezug verwendet werden sollen. Am leichtesten geschieht das mit den beiden Markierungen, die in der Abbildung zu sehen sind.

**Tischlerdreiecke:** Ich habe schon viele Markierungen und Zeichen gesehen, mit denen Holzwerker versuchen, die Bauteile auf ihrer Werkbank zu identifizieren und in der richtigen Lage zu behalten. Worte wie innen, außen, oben, unten, links, rechts, vorne, hinten; die Liste lässt sich fortsetzen. Ich habe auch die unterschiedlichsten Kombinationen aus Ziffern und Buchstaben gesehen, die mich vermuten ließen, dass sie sich nur mit einem umfangreichen Schlüssel dekodieren ließen.

Vergessen Sie das alles. Setzen Sie stattdessen auf das bewährte Tischlerdreieck. Mit einem einfachen Dreieck, das Sie auf Ihre Bauteile zeichnen, können Sie diese nach Zusammengehörigkeit und Lage organisieren. Sehen Sie sich die Abbildungen an und Sie werden verstehen, was ich meine. Die Bauteile werden



Eine gute Sägekerbe erleichtert es, das Sägeblatt genau dort anzulegen, wo Sie sägen möchten. Schneiden Sie zuerst einen einfachen Riss an.



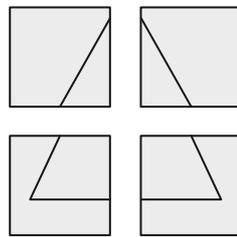
Stechen Sie dann von der Verschnittseite her mit dem Beitel wiederholt bis zum Riss ein, um eine kleine Kerbe zu schneiden.



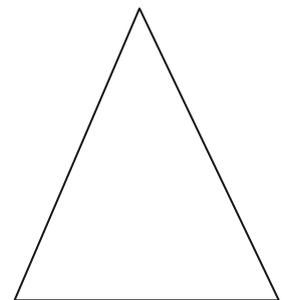
Die breite, flache Kerbe führt das Sägeblatt am ursprünglichen Riss entlang. Das Sägeblatt liegt an der senkrechten Kante an.

so markiert, dass sich auf ihnen ein Dreieck zeigt, wenn man sie richtig zusammenlegt. Dadurch wird auch festgelegt, wo vorne, hinten, links und rechts ist. Zudem verweist die Außenseite des Dreiecks darauf, wo die Außenfläche des Bauteils liegt. Entsprechend weist die Innenseite des Dreiecks auf die Innenfläche.

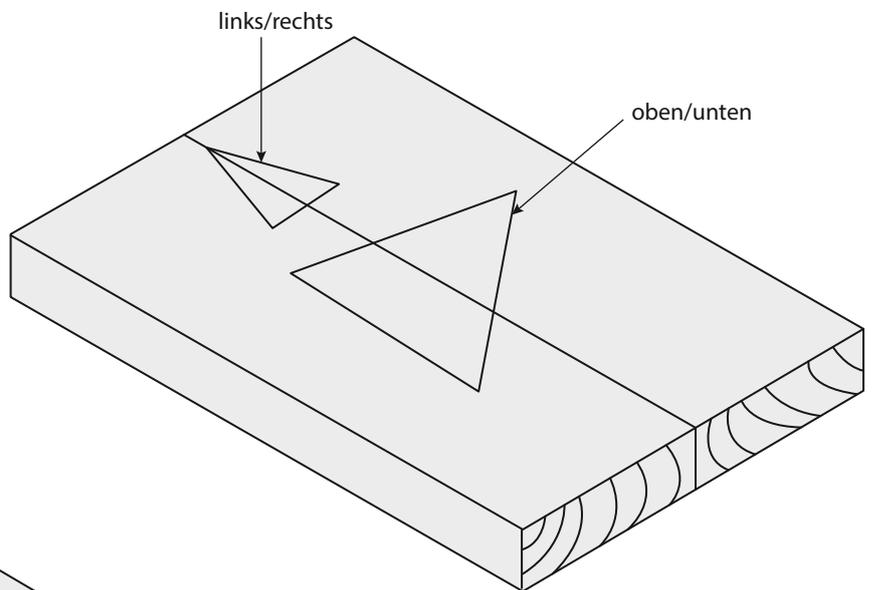
Diese Markierungskonvention lässt sich für alle zusammengehörenden Bauteile verwenden, von den Teilen eines Korpus bis hin zu Möbelbeinen. Falls die Bauteile auf der Hobelbank durcheinander geraten sind, ordnen Sie sie einfach so an, dass sich das Dreieck ergibt, und alles ist wieder in Ordnung. Ich verwende viel Zeit darauf, Holz so zusammenzustellen, dass die Farbe und die Maserung möglichst gut zusammenpassen. Mit dieser Markierungskonvention kann ich sicher sein, später nicht alles wieder zu vermischen. —pek



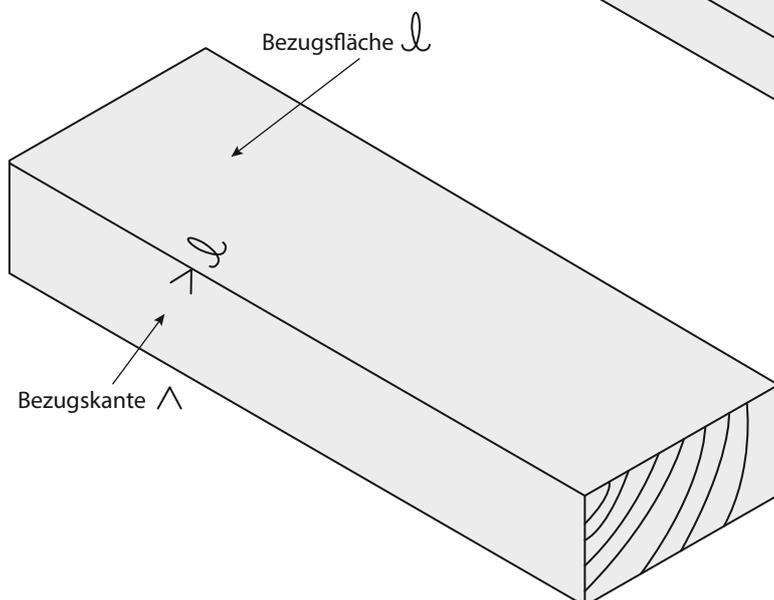
Oberes Ende von vier Beinen



Tischlerdreieck



Das Tischlerdreieck: Wenn man ein einfaches Dreieck auf die Flächen oder Kanten des Materials zeichnet, kann man später leicht erkennen, welche Teile wie zusammengehören.



Bezugsflächen und -kanten markieren: Mit zwei einfachen Zeichen kann man deutlich machen, dass eine Kante und eine Fläche senkrecht zueinander stehen.

# Werkzeuge auswählen: wie man mit weniger mehr macht

Hier entferne ich mich von den traditionellen Holzarbeitsbüchern, denn diese bringen Ihnen bei, wie man ein althergebrachter Holzhandwerker wird. Und wenn Sie genau das werden wollen, dann ist auch dieses Heft ein guter Anfang. Aber das Großartige an der Do-it-yourself-Bewegung ist, dass sie die alten Regeln rausgeworfen hat. Meine Philosophie für Anfänger macht dasselbe.

von Asa Christiana



Die Kappsäge ist das Geld wert. Dieses Werkzeug schneidet jedes Brett schnell und sicher auf jede Länge mit perfekten 90 Grad (oder jedem anderen Winkel). Sparen Sie Geld und kaufen Sie eine Version ohne Zugsystem, die für Schrägschnitte nur in eine Richtung kippt, aber nehmen Sie eine mit 30cm-Sägeblatt (anstatt 25cm), damit sie breitere Bretter schneiden können.



Die bescheidene Kreissäge. Sie werden so eine für breitere Schnitte in Sperrholz brauchen. Die kombinieren wir mit der selbstgebauten Sägeführung von Seite 46 und Sie werden staunen, was man damit alles anstellen kann.



Noch eine mehr. Die ersten beiden Sägen können keine Kurven schneiden, aber die Stichsäge kann es. Nehmen Sie eine in Profi-Qualität, dann schneidet sie schneller, glatter und genauer.

**S**ie müssen für Holzwerken als Hobby keine Handhobel, Handsägen und Beitel sammeln; keine große traditionelle Werkbank bauen oder kaufen und keine klassischen Tischlerverbindungen erlernen – Sie sind kein Lehrling in einer schummrigen Werkstatt des 18. Jahrhunderts. (Falls Sie dennoch diesen Ansatz bevorzugen, finden Sie ab Seite 74 Inspirationen).

Ich bin der Meinung, dass es viel mehr Spaß macht, direkt mit dem Bauen loszulegen. Darum empfehle ich Baumaterialien von der Stange und ein kleines Werkzeugset – größtenteils elektrisch – zumindest für den Anfang. Der Nachteil ist der Lärm, aber ein paar Ohrschützer lösen das Problem und der Vorteil ist ein frühes Erfolgserlebnis, der Aufbau des Selbstvertrauens und coole Projekte, damit man so schnell wie möglich ein bisschen angeben kann.

Verstehen Sie mich nicht falsch, Sie werden Handwerkzeuge lieben, wenn Sie die ersten Schritte gemacht haben und es wird definitiv Spaß und Feinschliff in Ihr Hobby bringen, aber das ist einfach nicht der Punkt, wo ich anfangen würde. All meine wichtigsten Werkzeuge sind toll für Beginner und Veteranen und werden Ihnen bei der Arbeit in Haus oder Wohnung noch jahrelang weiterhelfen.

Was die Sache noch einfacher macht, ist die Tatsache, dass nicht jeder Teil Ihres Projektes aus Holz sein muss. Alles was Sie im Baumarkt oder der Eisenwarenhandlung finden, kann zum Bauen verwendet werden – egal ob Plastik, Metall oder Holz – solange es gut aussieht und hält. Ich habe auch das Internet zu

### Kurzinfo

- » Werkzeug-Grundausstattung für alle, die schnell zu Ergebnissen kommen wollen
- » Tipps für den Maschinenkauf: Kreis- und Kappsäge, Stichsäge, Schrauber
- » Schutz von Augen und Gehör

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Bau was aus Holz! Clevere Projekte mit einfachem Werkzeug“ von Asa Christiana, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xd6f](http://make-magazin.de/xd6f)

Hilfe genommen, denn es bringt eine Welt der Kuriositäten zu Ihnen.

Dem Holzhandwerk auf diese Weise begegnen ohne jedwede Regeln heißt, dass Sie keine komplizierten Tischlerverbindungen benötigen. In den meisten Fällen reichen Schrauben, Bolzen, Dübel und Kreativität.

Tischkreissäge gehört nicht dazu – zumindest zu Anfang noch nicht. Tischkreissägen sind toll für präzise Schnitte aller Art, einschließlich Fingerzinken, aber eine ordentliche kostet mindestens 500 Euro und es gibt auch einiges zu lernen, um Sicherheit zu gewährleisten. Also spare ich mir die Tischkreissäge hier erst mal.

### Drei Sägen

Sie können die erstaunlich viele Holzprojekte mit nur vier oder fünf Elektrowerkzeugen bauen und ob Sie es glauben oder nicht, eine

### 100 Projekte mit 11 Werkzeugen

Indem Sie Holz und Utensilien von der Stange nutzen, können Sie teure Maschinen wie Tischkreissäge und Hobelmaschine vermeiden.

Die folgenden 11 Werkzeuge (ok, ein paar mehr, wenn sie jedes kleine Teil dazu zählen) werden sich bei der Durchführung von Projekten und Umbauten über die Jahre mehr als auszahlen. Und sie sind kompakt genug, dass sie in Ihren Mini Cooper passen, falls Sie mal umziehen.

- » Kappsäge
- » Handkreissäge
- » Stichsäge
- » Schlagschrauber mit Bits
- » kleine Oberfräse
- » Kombinationswinkel
- » Maßband
- » Metalllineal
- » Zirkel
- » Hammer, Schraubendreher und anderer Handwerkerbedarf
- » Schraubzwingen



**Akkuschrauber auf Steroiden. Kaufen Sie nicht irgendeinen Akkuschrauber – holen Sie sich einen Schlagschrauber. Diese kompakte 20-Volt-Version kann die längsten Schrauben und die tiefsten Löcher bohren. Durch den magischen Schlag beschädigt er nicht den Schraubkopf oder verdreht Ihr Handgelenk, wie es ein großer Bohrer tun würde.**



**Besondere Bits. Ein Schlagschrauber nimmt nur Bohr- und Schraubbits mit Sechskantschaft.**

## Nimm einen Bithalter zum Schrauben

Auch bekannt als Schraubenführung, kann ein Bithalter verschiedene Bits für alle möglichen Schrauben halten. Er vergrößert Ihre Reichweite, damit sie auch an engen Stellen schrauben können. Der Halter hat eine Führungshülse, die man über die Schraube ziehen kann, um sie beim Einsetzen gerade zu halten. Funktioniert super.



Ich glaube, dass es drei Sägen gibt, die Sie brauchen, und alle sind einfach zu bedienen. Die erste ist eine Kappsäge, manchmal auch Gehrungssäge genannt. Sie macht eine Sache richtig gut und das ist Holz präzise auf Länge mit jedem Winkel schneiden. Dazu noch Holz mit bearbeiteter Oberfläche sowie der richtigen Breite und Dicke und schon können Sie dutzende Projekte verwirklichen.

Es gibt teure Kapp-Zug-Sägen, die vor und zurück gleiten und in beide Richtungen kippen können, aber ich empfehle eine ohne Zugsystem, die nur in eine Richtung kippt und einfach direkt durchs Brett sägt. Es ist kinderleicht und Sie bekommen Modelle mit 30cm Sägeblatt schon für unter 250 Euro. Das ist die teuerste Anschaffung für den Anfang, aber dieses Werkzeug wird sich ein Leben lang bezahlt machen. Übrigens, ich gebe hier generelle Preisspannen, aber Sie kriegen für etwas mehr Geld fast immer ein besseres Werkzeug.

Mit einer Kappsäge, anders als mit der Tischkreissäge, bewegt sich nicht das Werkstück, sondern das Werkzeug. Alles was Sie also tun müssen, ist auf Ihre Finger aufpassen und die Ohrschützer aufsetzen. Wenn sie mal Parkett verlegen wollen, eine Veranda bauen oder Leisten im Haus installieren, dann ist die Kappsäge Ihr bester Freund. Kappsägen sind tragbar, also können sie dorthin, wo die Arbeit ist. Es ist aber trotzdem schön, wenn sie der Säge ein dauerhaftes Heim in Ihrer Werkstatt geben, aufgestellt und bereit zum Einsatz.

Für breitere, längere Schnitte aller Art, vor allem bei Sperrholz und anderen Faserplatten, besorgen Sie sich eine Handkreissäge, eine wie sie Tischler benutzen, mit 18,5cm-Sägeblatt. Je mehr Sie dafür ausgeben, desto glatter wird sie schneiden, aber mehr als 120 Euro

**Werkzeuge fürs Markieren und Messen. Anzeichnen ist alles und mit diesen Werkzeugen wird es präzise. Nutzen Sie den Kombinationswinkel, um präzise Markierungen zu machen und auf rechte Winkel zu prüfen. Ein Maßband misst größere Entfernungen. Ein Maßstab kann gerade Linien zeichnen und für Kurven gebogen werden. Und Sie brauchen irgendeinen Zirkel (meiner ist extravagant) für kleinere Bögen.**

sollten Sie nicht brauchen. Ich habe meine für 80 Euro bekommen.

Es ist schwer, eine Kreissäge richtig gerade zu halten, aber wir verwandeln sie ab Seite 46 in eine idiotensicher geführte Säge mit einer einfachen, selbstgemachten Führung. Das ist nur eine der Arten, wie man viel mehr mit weniger erreichen kann.

Und zuletzt, um Kurven zu schneiden, brauchen Sie eine Stichsäge, auch für 100 Euro oder weniger. Stecken Sie ein langes Sägeblatt für glatte Schnitte rein und Sie werden überrascht sein, wie gut die Säge einer Linie folgt und wie sauber sie schneidet. Ich mag Modelle mit eingebauter LED, denn damit ist es einfacher, einer Bleistiftlinie beim Sägen zu folgen.

## Der beste Bohrer

Meine letzte Empfehlung beim Elektrowerkzeug ist mein Lieblingsgerät in der Werkstatt, ein Schlagschrauber, eine besondere Art Akkuschrauber, die zu benutzen einfach Spaß macht. Er ist etwas teurer als ein Standardbohrer, aber dafür kriegen Sie ein kompaktes 12- oder 18-Volt-Modell, das auch die längsten Schrauben reinbekommt. Das Coole daran ist die Vibrationsmechanik, die einsetzt, wenn

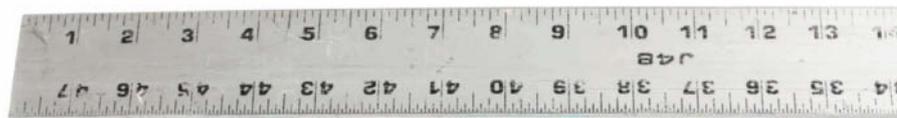
Widerstand auftritt. Die Staccato-Schläge machen das kleine Werkzeug viel stärker, so kann man große Bolzen und Schrauben eindrehen, ohne dabei sein Handgelenk zu belasten oder den Schraubenkopf zu beschädigen. Vertrauen Sie mir, es ist großartig.

Schlagschrauber gehen genauso gut fürs Bohren, aber sie haben ein Schnellwechselfutter, das nur Sechskant-Bits aufnimmt. Für ein paar Euro mehr bekommen Sie ein Bohrfutter, das normale Zylinderschäfte aufnimmt, dann können Sie mehrere Arten an Bits benutzen.

## Ein Werkstattdaeger ist gut

Fürs generelle Saubermachen, und um ihn direkt an Elektrowerkzeuge anzuschließen, ist ein Werkstattdaeger eine gute Idee. Wenn sie einen Exzentrerschleifer kaufen wollen, brauchen Sie definitiv einen Staubsauger, damit das Gerät gut funktioniert und Sie keinen Holzstaub einatmen.

Werkstattdaeger gibt es in allen möglichen Preisklassen, wobei die teureren Filtration auf HEPA-Level anbieten, und bei ihnen außerdem die Selbstreinigungsfeatures die Filter sauber und Saugkraft stark halten. Und es gibt solche eingebauten Werkzeugsteckdosen, die auto-



matisch den Sauger aktivieren, wenn Sie Schleifer, Säge oder anderes anschalten. Wie immer bei der Wahl der Werkzeuge kann man so ausgefallen werden, wie man möchte.

### Dazu ein paar Handwerkzeuge fürs Anzeichnen

Für das Messen und Markieren, der kritischen ersten Phase von jedem Projekt (siehe auch Seite 24), brauchen Sie ein paar essenzielle Handwerkzeuge. Neben einem gespitzten Bleistift ist das wichtigste der Kombinationswinkel mit beweglichem 30cm-Lineal. Den Winkel nutzen Sie, um Werkstücke akkurat zu markieren und sicher zu gehen, dass beim Sägen und Zusammenbau alles rechtwinklig ist.

Um Messungen durchzuführen, die länger als 30cm sind, brauchen Sie ein Maßband. Da geht fast jedes, aber holen Sie sich eines, das mindestens 3m lang ist. Ich habe auch gerne ein langes Metalllineal für gerade Linien. Einen 1,20m-Maßstab aus Aluminium habe ich für 10 Euro im Baumarkt gefunden. Ich nutze ihn auch hochkant, um lange elegante Bögen zu zeichnen.

Um engere Kreise und Bögen zu zeichnen, brauchen Sie einen Zirkel. Ich habe einen

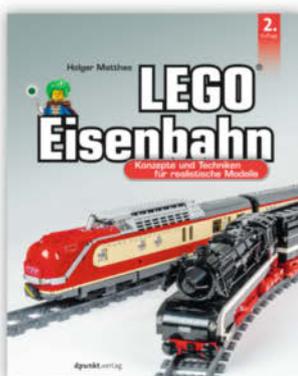
coolen, den Tischlerzirkel von Veritas (bei feinwerkzeuge.de erhältlich), aber ein normaler Zirkel zum Zeichnen reicht auch. Nehmen Sie sich vor Onlinewerkzeughändlern in Acht, die große Auswahl kann ganz schön verlockend sein.

Darüber hinaus brauchen Sie ein bisschen normalen Handwerkerbedarf, wie Hammer, Schraubendreher, Rollgabelschlüssel und so weiter. Kaufen Sie diese, wenn sie benötigt werden. Wie immer gilt, vermeiden Sie die billigsten Modelle. Kaufen Sie ordentliche



Eine Sammlung Handwerkszubehör. Sie brauchen Hammer, Schraubendreher (ich mag solche mit auswechselbaren Bits), verstellbaren Rollgabelschlüssel und ein paar andere verbreitete Werkzeuge.

## Für Maker & Bastler

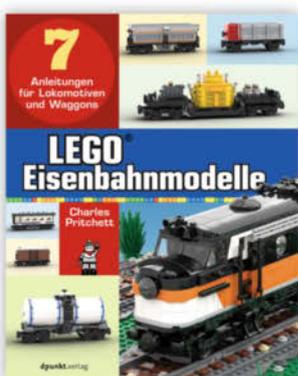


H. Matthes

### LEGO®-Eisenbahn

Konzepte und Techniken für realistische Modelle

2., überarbeitete Auflage  
2019, 320 Seiten  
€ 26,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-641-1



C. Pritchett

### LEGO®-Eisenbahnmodelle

7 Anleitungen für Lokomotiven und Waggons

2021, 208 Seiten  
€ 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-804-0



D. Fox · T. Püttmann

### Bauen, erleben, begreifen: fischertechnik®-Roboter mit Arduino

Modelle, Steuerung, Programmierung

2020, 456 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-426-4



W. Nash

### LEGO®-Spaß mit Kindern

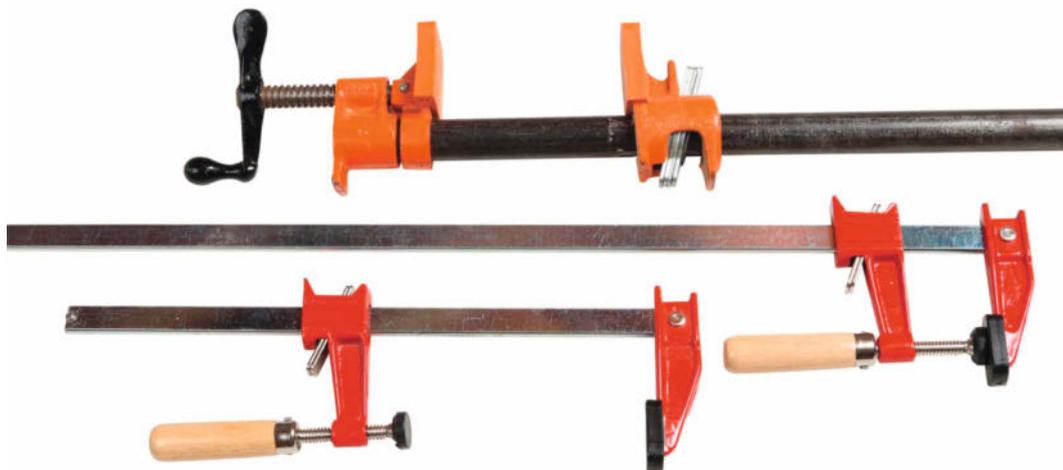
Kreative Modelle für Eltern und Kinder zum gemeinsamen Bauen

2021, 208 Seiten  
€ 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-806-4

Werkzeuge und sie werden Freunde fürs Leben. Mehr zur Auswahl von Handwerkzeug lesen Sie ab Seite 74.

### Klemme zu!

Zu guter Letzt: Es heißt, dass ein Holzwerker nie genug Zwingen haben kann. Da widerspreche ich. Es gibt viele Arten und wenn Sie ausgefeilten Möbelbau praktizieren, dann brauchen Sie vielleicht alle. Aber für wahrscheinlich 90 Prozent von dem, was Sie in der Zukunft erstellen, brauchen Sie nur eine Art: die F-förmigen Schraubzwingen. Die wiegen nicht viel, sind einfach zu benutzen und bringen punktgenauen Druck genau dort, wo Sie ihn brauchen. Auch hier gilt, kaufen Sie Qualität. Ich habe Schraubzwingen mit den Spannweiten 30 und 60cm genommen. Besorgen Sie sich mindestens vier von beiden Größen. Oft sieht man auch ein paar Holz-zwingen. Die sind kein Muss, aber althergebracht und doch praktisch, wenn man sie hat.



Diese Zwingen bieten am meisten für das Geld. Zwingen sind unentbehrlich und diese zwei Arten sind perfekt für den Einstieg. Rohr-zwingen passen auf normale Klempnerrohre und haben eine große Reichweite. Kleinere Schraubzwingen können für alles andere genutzt werden. Ich mag die Größen 30 und 60 cm.

Und auch wenn ich sie in meinen Anleitungen hier nicht verwende, empfehle ich ein paar Rohr-zwingen. Diese kann man an beliebig langen Rohren befestigen. Und das ist ihre Stärke: Sie reichen soweit wie benötigt. Man setzt sie einfach auf ein 1 Meter langes Rohr-

stück und falls Sie Sondergrößen benötigen, können Sie einfach ein längeres Rohr kaufen.

Erschwinglichkeit, Qualität und Vielseitigkeit erzeugen Wert und mir ist nichts wichtiger als Wert. Gerade genug kann manchmal richtig schön sein. —pek

## Sicherheitsausrüstung: das Wichtigste aller Werkzeuge

Bei all den heißen Infos über coole Werkzeuge hätte ich fast die zwei wichtigsten Ausrüstungsteile meines Arbeitsplatzes vergessen: Augen- und Gehörschutz. Beim Hantieren mit Elektrowerkzeugen ist beides ein Muss.

Auch wenn es länger dauert, die Ohren zu schädigen als die Augen, verlieren die Ohren ihre Kraft auf eine zunehmende Art, die unwiderruflich ist. Und der laute Knall von Hammer oder Nagelpistole kann genauso schädigend sein wie das andauernde Kreischen Ihrer neuen Kappsäge.

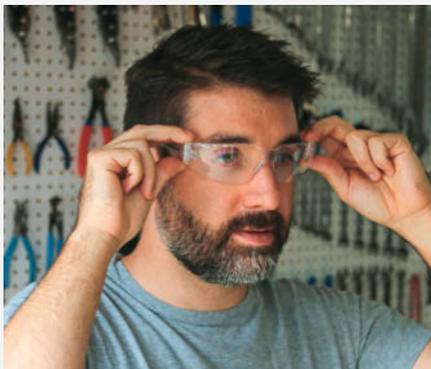
Die gute Nachricht ist, dass Gehörschutz in der Form von Ohrenschützern billig,

leicht und effektiv ist. Holen Sie sich mehrere, falls Sie mal ein Paar verlegen. Ohrstöpsel können auch eine gute Wahl sein, aber dabei muss man daran denken, sie immer zusammenzurollen und ordentlich reinzustecken, wenn man sie braucht. Und selbst dann bieten die meisten Ohrenschützer besseren Schutz. Cool ist auch, wie einfach sich Bluetooth einbauen lässt, damit man Podcasts oder Musik hören kann, wenn man monotone Arbeiten durchführt. Seien Sie nur vorsichtig, dass Sie sich nicht von Death-Metal oder Panflöte ablenken lassen.

Was Augenschutz angeht, kommen Sie wahrscheinlich gut mit einer normalen

Brille aus, falls Sie eine tragen und falls Ihnen Kratzer darauf nichts ausmachen. Stellen Sie nur sicher, dass die Linsen aus bruchsicherem Polycarbonat bestehen. Nichtsdestotrotz sind Schutzbrillen die sicherere Variante. Sie schmiegen sich enger ans Gesicht an und wehren so auch kleinere Projektile ab die eventuell herumfliegen. Es gibt auch Schutzbrillen mit Stärke, wenn Sie Ihrer Alltagsbrille nicht vertrauen.

Danke an meinen Freund Chris Gardner, Redakteur von zwei tollen Heimwerkerwebseiten, ManMadeDIY.com und curbly.com, dafür, dass er als mein Sicherheitsmodel einspringt.



Schutzbrillen müssen nicht streberhaft sein. Halten Sie Ausschau nach Brillen, die sich ans Gesicht anschmiegen und angenehm tragen.

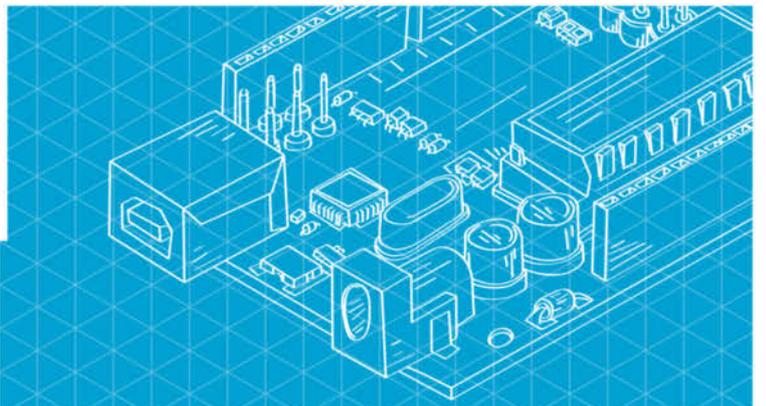


Ohrenschützer sind schnell und verlässlich. Achten Sie auf ein weiches Polster, damit die Ohren lückenlos bedeckt sind.



Bereit zum Loslegen. Mit geschützten Augen und Ohren haben Sie innere Ruhe. Denken Sie nur daran, auf Ihre Finger aufzupassen.

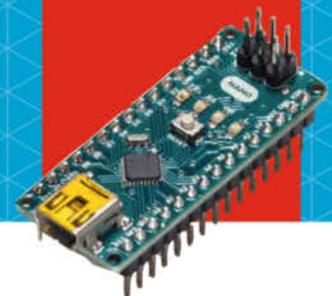
# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2x Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

**Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.**

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](https://make-magazin.de/miniabo)

© Copyright by Maker Media GmbH.

# Umgang mit Kreissägen

Maschinen mit rotierenden Sägeblättern benötigen vielen Anfängern einigen Respekt ab – welches Blatt nimmt man für welchen Zweck und wie stellt man sicher, dass es nur ins Holz dringt und nicht in den Heimwerker? Kein Problem, wenn man ein paar grundlegende Regeln beachtet.

von Heiko Rech

Mit nur einem Sägeblatt werden Sie auf Dauer weder mit der Tisch- noch mit der Handkreissäge vernünftig arbeiten können. Drei verschiedene sollten es schon sein.

**E**gal, welche Kreissäge Sie verwenden, Sie sollten zu jeder Kreissäge auf Dauer mindestens drei unterschiedliche Sägeblätter haben. Eines für Schnitte längs zur Faser in Massivholz, eines für Querschnitte und Plattenwerkstoffe und ein Universalblatt. Eines dieser drei Sägeblätter montiert der Hersteller der Säge bereits ab Werk. Sie müssen also nur noch zwei neue Sägeblätter anschaffen.

Lassen Sie sich von der Vielzahl der angebotenen Sägeblätter nicht zu sehr verwirren. Die unglaubliche Menge an angebotenen Sägeblättern resultiert in erster Linie aus den vielen verschiedenen Größen. Was dann noch als Unterscheidungsmerkmal bleibt, ist die Anzahl und die Form der Zähne. Und da wird es dann schnell wieder übersichtlicher.

### Anzahl der Zähne

**Längsschnitt:** Sägeblätter für Längsschnitte haben im Vergleich zu anderen Sägeblättern nur wenige Zähne. Dafür besitzen Sie größere Zwischenräume zwischen diesen Zähnen. Diese Zwischenräume ermöglichen einen guten Abtransport der langen Späne, die beim Schneiden längs zur Faser entstehen. Viele, aber nicht alle Längsschnittblätter, haben eine Flachzahn-Geometrie. Das hat Vorteile, wenn man Nuten mit der Säge schneiden muss. Der Grund der Nut ist dann eben. Der Schnitt mit einem Längsschnittblatt wird nicht so fein, dafür ist der Fortschritt beim Sägen sehr hoch. Die Reibung zwischen Sägeblatt und Holz ist auch gering, es entstehen weniger Brandspuren.

**Querschnitt/Feinschnitt:** Die vielen Zähne sorgen für ein sehr sauberes Schnittbild. Zwischen diesen vielen Zähnen sind nur kleine Zwischenräume. Lange Späne werden nicht gut aufgenommen und abtransportiert. Solche Sägeblätter sind daher nicht gut für Schnitte längs zur Faser in Massivholz geeignet. Die vielen Schneiden erzeugen eine hohe Reibungswärme, was bei zu langsamem Vorschub schnell zu Brandspuren am Holz führen kann. Feinschnittblätter gibt es mit unterschiedlichen Zahnformen zum Schneiden unterschiedlicher Materialien. Für die meisten Holzarten und Holzwerkstoffe bietet sich eine Wechselzahn-Geometrie an.

**Universalblatt:** Der Name trügt, denn das Universalblatt ist nicht universell, sondern ein Kompromiss. Es eignet sich sowohl für Längs- als auch für Querschnitte. Bei Längsschnitten wird die Schnittkante recht sauber, der Arbeitsfortschritt ist aber nicht so hoch und die Gefahr von Brandspuren größer als bei einem Längsschnittblatt. Bei Querschnitten entstehen mitunter mehr Ausrisse als bei einem Feinschnittblatt, dafür neigt es bei dieser Anwendung weniger zum Verbrennen der Schnittkante. Universalblätter als Wechselzahnblätter sind sehr gut geeignet, um Kanten

### Kurzinfo

- » Kreissägeblätter: Welche Zahnform und welcher Typ sich für welche Schnitte eignet
- » Pflege von Kreissägeblättern: Reinigung und Schärfen
- » Sicherer Umgang mit Hand- und Tischkreissägen

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Grundkurs Möbelbau“ von Heiko Rech, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xr1a](http://make-magazin.de/xr1a)



Große Zahnzwischenräume, wenige schneidende Zähne und dazwischen Räumzähne zeichnen ein Sägeblatt für Längsschnitte in Massivholz aus.



60 Zähne bei einem Durchmesser von 250 Millimetern, dazu noch eine Wechselbezaugung: Mit einem solchen Blatt werden Schnitte in empfindlichen Materialien und quer zur Faser gemacht.



Nicht universell, aber dennoch sinnvoll. Auch bei Gehrungsschnitten erreichen Sie mit diesem Blatt oft bessere Ergebnisse als mit einem zu feinen Blatt.

auf Gehrung zu schneiden. Sie verlaufen dabei weniger als Feinschnittblätter. Bei einem Durchmesser von 250 Millimetern hat ein Universalblatt meist 40 Zähne.

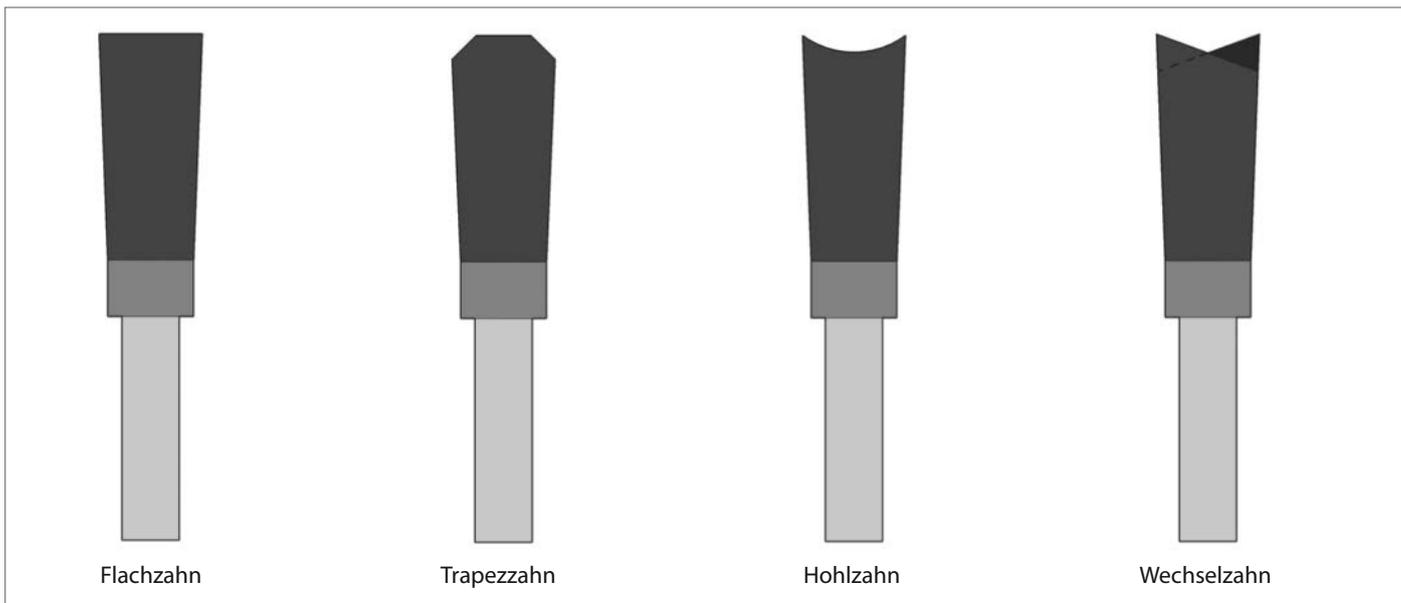
### Zahnformen

Lassen Sie sich nicht zu sehr von der Vielfalt an verfügbaren Sägeblättern verwirren. Vor allem die Zahngeometrie sollten Sie nicht überbewerten. Eine Wechsel-Bezaugung ist für die meisten Hölzer und Holzwerkstoffe die richtige Wahl. Flachzahn-Sägeblätter sind zwar besser zum Schneiden von Nuten und Fälen und für den Längsschnitt geeignet, aber auch diese Arbeiten verrichtet ein wechselbezaugtes Blatt sehr gut. Spezielle Zahnformen wie Hohl- oder Trapezform sind für das Sägen von kunststoffbeschichteten Werkstoffen gedacht. Solche Sägeblätter lohnen sich erst dann, wenn man diese Werkstoffe auch oft verarbeitet.

Der Hersteller Ihrer Säge macht in der Bedienungsanleitung meist sehr genaue Angaben über die zulässigen Sägeblattgrößen. Machen Sie in dieser Hinsicht keine Experimente und halten Sie sich an die Angaben des Herstellers. Motorlager, Sägeblattaufnahme, Spaltkeilposition, Form des Spaltkeils, Spannhülse, Motorbremse: Das alles ist auf die zulässigen Sägeblätter ausgelegt und nicht auf andere Größen und Stärken.

### Pflege für Ihre Sägeblätter

Gute Sägeblätter sollten gepflegt werden. Dazu zählt nicht nur, dass man jeglichen Kontakt der empfindlichen Hartmetallzähne mit Stahl und Stein vermeiden sollte, sondern auch die regelmäßige Reinigung und das Schärfen. Vor allem dann, wenn Sie harzhaltige Hölzer oder Holzwerkstoffe verarbeiten, setzt sich ein fester Belag auf die Zähne und auch auf den Grundkörper des Sägeblattes. Wird dieser Belag regelmäßig entfernt, werden Ihre Sägeblätter leichter schneiden und länger



Die vier meist genutzten Zahnformen. Für sehr spezielle Anwendungen werden auch mehrere Zahnformen an einem Sägeblatt kombiniert.

### Welches Blatt für welche Anwendung?

Anwendung	Zahngeometrie	Zähneanzahl bei 160mm Blatt-durchmesser	Zähneanzahl bei 250mm Blatt-durchmesser
Längsschnitt in Massivholz	Flachzahn oder Wechselzahn	12 – 16	16 – 24
Querschnitt in Massivholz	Wechselzahn	40 – 50	60 – 80
Gehrungsschnitt in Massivholz längs zur Faser	Wechselzahn	24 – 36	36 – 40
Gehrungsschnitt in Massivholz quer zur Faser	Wechselzahn	24 – 36	36 – 40
Schnitte in kunststoffbeschichteten Holzwerkstoffen	Trapez – Hohlzahn	40 – 50	60 – 80
Schnitte in Aluminium	Trapez – Flachzahn	40 – 50	60 – 80

scharf bleiben. Es gibt spezielle Reiniger, um diese Beläge zu entfernen. Auch Entharzer für Kettensägen und Gartengeräte ist dazu gut geeignet. Backofenreiniger funktioniert auch, riecht aber stark und schäumt meist auch auf. Reinigen Sie Sägeblätter niemals im eingebautem Zustand. Der Reiniger würde sonst auch in das Innere der Maschine gelangen. Dort hat er aber nichts zu suchen, denn solche Reiniger sind oftmals sehr aggressiv und können Teile

aus Gummi, wie zum Beispiel Abdichtungen von Kugellagern, angreifen. Auch an elektrischen Komponenten kann ein solcher Reiniger Schaden anrichten. Da er Wasser enthält würde er auch noch Rost auf eisernen Teilen hervorrufen.

Das Nachschärfen der Sägeblätter sollten Sie einem Profi überlassen. Es gibt Firmen, die sich auf das Schärfen von Sägeblättern und anderen Maschinenwerkzeugen spezialisiert

haben. Ihr Werkzeughändler kann Ihnen mit Sicherheit einen entsprechenden Schärfdienst empfehlen. Das Schärfen wird in der Regel pro Zahn berechnet. Es ist also sinnvoll, Sägeblätter ganz gezielt einzusetzen und vor allem die Blätter mit vielen Zähnen nicht dort zu nutzen, wo es nicht notwendig ist.

Während die Bezeichnung eines modernen Sägeblattes aus einem Hartmetall besteht, das nicht rostet, wird für den Grundkörper oft einfacherer Stahl verwendet, der durchaus korrodieren kann. Lagern Sie Sägeblätter also immer trocken, am besten in der Original-Verpackung. Öl als Rostschutz hat auf einem Sägeblatt nichts zu suchen. Die Gefahr ist einfach zu groß, dass Ölrückstände zwischen Spannflansch und Sägeblatt verbleiben. Diese Rückstände vermindern die Reibung zwischen Sägeblatt und Spannmechanismus. Ihr Sägeblatt wird eventuell nicht fest genug in der Säge eingespannt.

### Der Spaltkeil und seine wichtigen Aufgaben

Der Spaltkeil soll das Einklemmen des Sägeblattes verhindern. Das kann vorkommen, wenn Sie Holz auftrennen, das unter starken Spannungen steht. In diesem Fall kann sich der Schnitt hinter dem Sägeblatt wieder schließen und das Holz drückt auf das rotierende Sägeblatt. Dieser Druck des Holzes kann so stark sein, dass er den Motor der Säge und somit das Sägeblatt zum Stillstand bringt. Es besteht dann auch die Gefahr, dass die Säge regelrecht zurückschlägt und das Holz hochgeschleudert wird. Bei einer Handkreissäge kann es passieren, dass die Säge aus dem Schnitt herausgedrückt wird. In beiden Fällen kann daraus eine recht heikle Situation entstehen.

### CV, HSS, HW, Widia

Sägeblätter und deren Zähne werden aus unterschiedlichen Materialien hergestellt. Inzwischen hat sich in der Holzbearbeitung für die eigentlichen Zähne Hartmetall (HW) als Werkstoff durchgesetzt. Die Abkürzung HM für Hartmetall ist veraltet. Der Körper des Sägeblattes ist aus einem weichen Stahl hergestellt. Blätter, die komplett aus Kohlenstoffstahl (CV) hergestellt

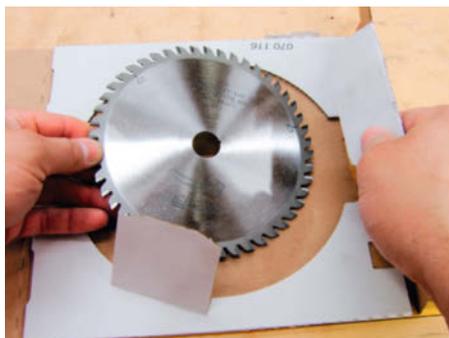
sind, finden kaum noch Einsatz, ebenso wie HSS (Hochleistungs-Schnell-Stahl), welcher eher in der Metallverarbeitung verbreitet ist. Der oft benutzte Begriff „Widia“ ist eine Abkürzung für „Wie Diamant“ und ist ein Markenname der Firma Krupp für ein bestimmtes Hartmetall. Widia wird umgangssprachlich oft statt des Begriffes Hartmetall verwendet.

Der Spaltkeil ist dicker als der Grundkörper des Sägeblattes, er verhindert somit, dass das Holz direkt auf das sich drehende Sägeblatt Druck ausüben kann. Der Spaltkeil muss aber dünner sein als der Sageschnitt selbst. Ansonsten würde die Säge sich nicht durch den Schnitt schieben lassen. Spaltkeil und Sägeblatt müssen also zwingend zueinander passen.

Verfügt Ihre Handkreissäge nicht über einen Spaltkeil, so muss die Maschine so gebaut sein, dass das Sägeblatt blitzschnell verdeckt wird, sollte die Säge aus dem Schnitt herausgedrückt werden. Bei Handkreissägen mit Pendelhaube sorgt die Feder in der Haube für die Sicherheit. Sie muss die Haube leichtgängig und schnell schließen. Bei Tauchsägen muss sichergestellt werden, dass der Tauchmechanismus leichtgängig ist und im Falle eines Falles das Sägeblatt schnell im Gehäuse verschwindet. Wenn man feuchtes Holz schneidet, kann dies dazu führen, dass diese Mechaniken durch die nassen Späne schwergängig werden. Reinigen Sie in einem solchen Fall die Säge gründlich, damit alle Teile sich wieder frei bewegen können.

Nun ist man als Käufer einer neuen Handkreissäge in einer Zwickmühle, denn viele neue Modelle haben keinen Spaltkeil mehr. Einige Hersteller versehen ihre Maschinen mit einem Überlastschutz, der beim Verklemmen des Sägeblattes den Motor sofort abschaltet. Wenn Sie sich für eine Handkreissäge ohne Spaltkeil entscheiden, seien Sie dennoch vorsichtig beim Massivholzzuschnitt. Ein dicker Schraubendreher oder ein eingedrückter Keil am Ende des Sägeschnittes hilft gegen klemmende Sägen. Am besten hat man den Keil oder den Schraubendreher beim Zuschnitt immer griffbereit.

Bei der Tischkreissäge ist der Spaltkeil Pflicht. Schneiden sie niemals ohne Spaltkeil, denn er verhindert nicht nur das Verklemmen des Schnittes, wie er es bei der Handkreissäge



Gut verpackt werden die empfindlichen Zähne nicht beschädigt. Heben Sie die Verpackung der Sägeblätter auf. Sie ist ideal zur Lagerung der Blätter.



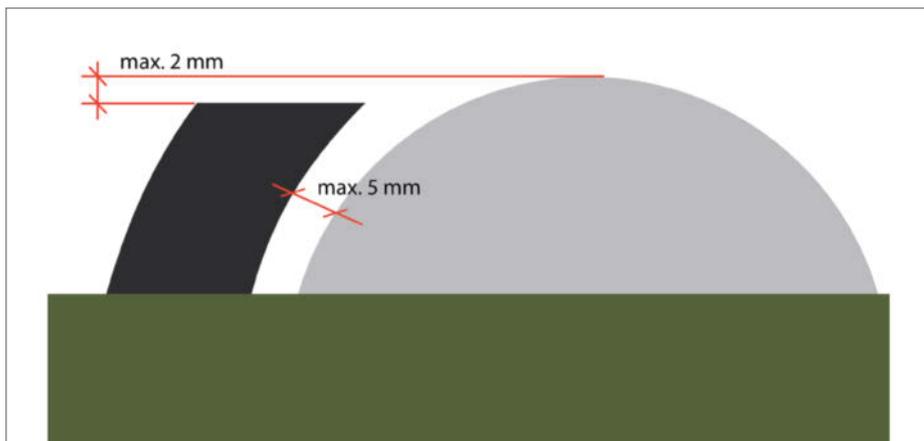
Bei der Anwendung der zum Teil sehr aggressiven Reiniger sollten Sie lösemittelfeste Handschuhe tragen. Ein Küchenschwamm eignet sich sehr gut, um die Rückstände zu entfernen.



Ein Anblick, den man immer seltener sieht: eine Handkreissäge mit vollwertigem Spaltkeil. Bei Tauchsägen muss dieser federnd gelagert sein, damit das Eintauchen überhaupt möglich ist.

Der Spaltkeil an einer Tischkreissäge: Er sollte immer montiert bleiben. Leider steht er bei vielen Sägen über das Sägeblatt hinaus, so dass verdeckte Schnitte nicht damit möglich sind.





Die empfohlene Einstellung eines Spaltkeils an einer Tischkreissäge mit 250 Millimeter Blattdurchmesser. Durch den leicht niedriger stehenden Spaltkeil können Nuten und Fälze geschnitten werden.

tut. Er sorgt auch dafür, dass kein Restholz oder auch größere Abschnitte von hinten an das laufende Sägeblatt heran kommen. Würde dies passieren, so würde das rotierende Sägeblatt diese Holzstücke erfassen und genau in Richtung des Bedieners schleudern. Schwere Verletzungen könnten die Folge sein. Das ist auch der Grund, warum der Spaltkeil auch beim Schneiden von Nuten und Fälzen montiert sein muss.

Achten Sie auch auf die richtige Einstellung des Spaltkeils. Das Bild zeigt die korrekte Posi-

tion zum Sägeblatt. Bei Spaltkeilen, die gleichzeitig auch die Befestigung der Spanhaube darstellen, ist es je nach Sägenmodell nicht möglich, diesen so zu platzieren, dass die Oberkante des Spaltkeils tiefer als das Sägeblatt steht. Das hat dann keinen Einfluss auf die Sicherheit. Es führt lediglich dazu, dass keine verdeckten Schnitte ausgeführt werden können.

Kann der Spaltkeil an Ihrer Säge nicht horizontal verstellt werden, so müssen Sie auf den richtigen Außendurchmesser des Sägeblattes achten. Wie Sie sehen, ist das kleine,

## Die Berufsgenossenschaft

Die Berufsgenossenschaften sind für alle Angestellten im gewerblichen Bereich zuständig. Sie sorgen für sichere Arbeitsbedingungen und stellen entsprechende Vorschriften und Regelwerke auf. Als privater Holzwerker unterliegen Sie nicht dem Zuständigkeitsbereich dieser Institutionen.

In der Regel sind die Vorgaben der Berufsgenossenschaften aber sehr sinnvoll und vernünftig. Es schadet daher auch dem privaten Holzwerker nicht, sich daran zu orientieren. Viele Informationen der Berufsgenossenschaften zum Umgang mit Maschinen und Gefahrenstoffen sind frei im Internet verfügbar (siehe Link in der Kurzinfor).

bogenförmige Blechteil nicht so unwichtig, wie es auf den ersten Blick vielleicht erscheinen mag. Wenn möglich, verzichten Sie also niemals darauf.

## Vier einfache Regeln sorgen für Sicherheit

Bevor Sie zum ersten Mal an einer Tischkreissäge oder mit der Handkreissäge arbeiten, sollten Sie sich einige Gedanken zum sicheren Umgang mit der Maschine machen. Dazu gehören einige elementare Regeln, die Sie von Anfang an verinnerlichen sollten.

### Regel 1: Stehen Sie neben der Maschine

Als Bediener einer Tischkreissäge stehen Sie seitlich zur Säge. Das mag im ersten Moment umständlich erscheinen, bietet ihnen aber die

sicherste Position. Sollte sich ein Werkstück verklemmen, wird es mitunter zu einem schnell nach hinten fliegenden Geschoss. Da sollte man nicht in der Flugbahn stehen. Der Schiebestock ist griffbereit oder besser noch bereits in der Hand. Die meisten Tischkreis-



Seitlich neben der Maschine, da ist der sicherste Platz. Sollte ein Werkstück weggeschleudert werden, stehen Sie außerhalb seiner Flugbahn.



Auch wenn man seitlich zur Maschine steht, kann ein Schiebestock benutzt werden.



So bitte nicht: Die Gefahr, dass das Werkstück verkantet, ist einfach zu groß.



So geht es richtig: Das Werkstück kann sich nicht zwischen Sägeblatt und Anschlag verkanten.

sägen sind für Rechtshänder gebaut. Wenn Sie Linkshänder sind, wird Ihnen mancher Arbeitsgang schwerer fallen als einem Rechtshänder. Es gibt auch Maschinen, bei denen die Anbauteile von rechts nach links umgebaut werden können. Auf diese Weise entsteht dann eine Linkshänder-Maschine.

Immer gilt: Eine Hand schiebt das zu schneidende Werkstück von hinten an das laufende Sägeblatt, während die andere Hand es an den Parallelanschlag drückt. Der Druck wird nur vor dem Sägeblatt ausgeübt. Die Hand bleibt dabei immer an der gleichen Stelle in ausreichendem Abstand (etwa 120 Millimeter) zum Sägeblatt. Die Spanhaube ist dabei ein gutes Hilfsmittel. Halten Sie sich an die einfache Regel, dass Ihre Hände im Bereich unter der Spanhaube und etwa 100 Millimeter um sie herum nichts verloren haben.

Kommt die schiebende Hand dem Sägeblatt zu nahe, hat der Schiebestock ebenfalls seinen Einsatz. Mit ihm wird das Werkstück am Sägeblatt entlang geschoben. Die andere Hand drückt am Werkstückende nicht mehr gegen den Parallelanschlag, sondern führt das Werkstück hinter dem Sägeblatt nur noch ein wenig. Ein Rollenbock oder eine Tischverlängerung hinter der Säge verhindern, dass Ihr Werkstück abkippt oder herunterfällt. Erst wenn das Werkstück komplett hinter dem Sägeblatt liegt, nehmen Sie den Schiebestock weg. Sie können das geschnittene Werkstück nun gefahrlos hinter dem Sägeblatt abnehmen.

### Regel 2: Die längste Kante kommt an den Anschlag

Ein Werkstück, das sich verkantet, führt zu einem Rückschlag und man kommt als Bediener sehr schnell in eine sehr gefährliche Situation. Das gilt es unbedingt zu vermeiden. Hält man sich an die Regel „Die längste Kante des Werkstückes kommt an den Anschlag“, so vermeidet man das gefährliche Verkanten des

Werkstückes. Wenn Sie sich an diese Regel halten, so müssen Sie sich auch keine Gedanken darüber machen, ob Sie für den anstehenden Schnitt den Queranschlag oder den Parallelanschlag benutzen. Das ergibt sich dann von ganz alleine.

#### In der Praxis sieht das wie folgt aus:

Soll an der längsten Kante des Werkstückes entlang ein paralleler Schnitt gemacht werden, so liegt diese Kante auch am Anschlag. Es muss dann am Parallelanschlag geschnitten werden. Die falsche Vorgehensweise wäre, die kurze Kante des Werkstückes am Queranschlag anzulegen und den Schnitt mit dem Schiebstock zu machen. Dann würde die kurze Kante des Werkstückes am Anschlag liegen. Sehr schnell wird sich das Werkstück beim Sägen verdrehen. Im günstigsten Fall wird der Schnitt nur schief. Im ungünstigen Fall verkantet sich das Werkstück und wird vom drehenden Sägeblatt nach hinten geschleudert.

Möchten Sie hingegen einen Ablängsschnitt im rechten Winkel zur längsten Kante Ihres Werkstückes machen, so liegt diese längste Kante am Queranschlag. Wenn Sie hingegen versuchen, die kurze Werkstückkante am Parallelanschlag entlang zu führen, besteht erneut die Gefahr des Verkantens und des Rückschlages.

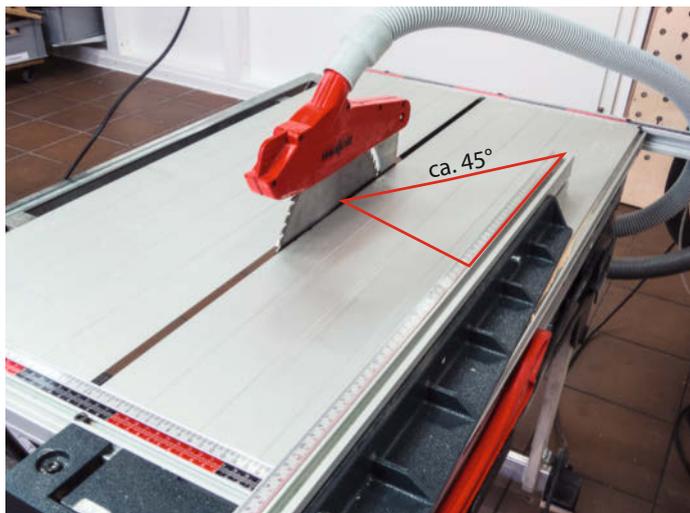
Wenn sie sich also an die einfache Regel „Die lange Kante kommt gegen den Anschlag“ halten, liegen sie immer richtig.

### Regel 3: Nichts darf klemmen

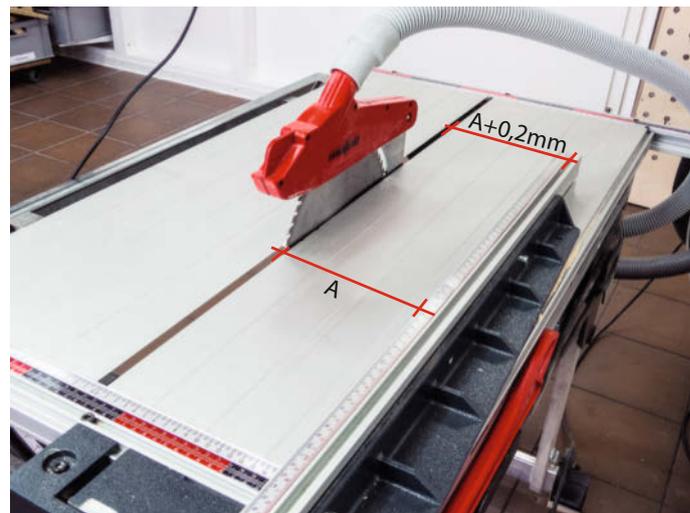
Bei der Arbeit mit Kreissägen wird es immer dann besonders gefährlich, wenn Ihr Werkstück sich verklemmt. Der bereits mehrfach erwähnte Spaltkeil soll das verhindern. Er kann aber bei falscher Bedienung und Einrichtung der Maschine auch nicht immer helfen. Daher ist es wichtig, den jeweiligen Arbeitsgang so einzurichten, dass das Einklemmen des Werk-



Sicheres Ablängen: Die längste Werkstückkante liegt am Queranschlag an.



Ein zurückgezogener Anschlag bietet noch immer eine sichere Führung des Werkstückes. Die Gefahr des Verklemmens wird aber stark verringert.



Ein leicht nach hinten öffnender Anschlag hat keine Auswirkungen auf die Genauigkeit Ihrer Schnitte. Die Schnitte werden aber viel sauberer.

stückes zwischen Sägeblatt und Anschlägen vermieden wird. Dann hat der Spaltkeil „nur“ noch die Aufgabe, das Klemmen im Schnitt selbst zu verringern.

Eine Maßnahme um das Klemmen des Werkstückes zwischen Sägeblatt und Parallelanschlag zu verhindern ist, den Anschlag zurück zu ziehen. Das ist bei vielen Sägen problemlos möglich. Der Parallelanschlag wird so weit zurückgenommen, dass er nicht über die gesamte Tischlänge geht, sondern ein kurzes Stück hinter dem Sägeblatt endet. Als Richtwert kann man sich eine Linie im 45° Winkel hinter dem Sägeblatt vorstellen. Der Anschlag wird bis auf diese gedachte Linie geschoben. Ein so verkürzter Anschlag ist bei weitem lang genug, um genau zu sägen. Er verringert aber auch gleichzeitig die Gefahr dass Ihr Werkstück eingeklemmt wird. Vor allem beim Zugschnitt von Massivholz ist ein so positionierter Anschlag viel sicherer, da sich das Holz nach dem Schnitt oft sofort verzieht.

Ein weiterer Grund dafür, dass Werkstücke beim Schneiden am Parallelanschlag klemmen, ist, dass dieser falsch justiert ist. Der Abstand zum Sägeblatt muss nach hinten hin minimal größer werden, der Anschlag darf also nicht perfekt parallel zum Sägeblatt stehen. Das hat keinerlei Einfluss auf die Präzision des Schnittes, aber eine große Wirkung auf die Sicherheit. Ein angenehmer Nebeneffekt ist dabei noch, dass der Schnitt viel sauberer wird. Die aufsteigenden Sägezähne liegen nicht mehr an der Schnittkante an und ziehen somit auch keine Holzfasern nach oben.

#### Regel 4: Ihre Hände gehören nicht in den Gefahrenbereich

Der gefährlichste Bereich jeder elektrischen Säge ist der Bereich direkt am Sägeblatt. Ihre Hände gehören nicht in diesen unmittelbaren Gefahrenbereich. Der Schiebstock, der das verhindern kann, wurde ja bereits mehrfach

erwähnt. Mit ihm kann man dicht am Sägeblatt Druck auf das Werkstück ausüben und dennoch die eigenen Finger in sicherem Abstand halten.

Eine weitere wichtige Einrichtung ist die Spanhaube. Sie sorgt nicht nur für sauberes Arbeiten, sondern auch für Sicherheit. Ideal ist es, wenn die Spanhaube in einer gut sichtbaren Farbe wie zum Beispiel Rot gehalten ist. Zu diesem roten Teil müssen die Finger Abstand halten, da sich dort das Sägeblatt befindet. Ein eindeutiges Signal!

Neben dem Schiebstock ist auch das Schiebebrett ein gutes Hilfsmittel. Ein wieder verwendbarer Griff wird dazu einfach auf ein Restholz befestigt. Mit diesem Schiebebrett kann man nun in sicherem Abstand ein schmales Werkstück am Anschlag entlang schieben. Das Festhalten von sehr kleinen Werkstücken, zum Beispiel am Queranschlag, überlassen Sie besser einer Hebelzwinge statt Ihrer Hand. —pek



Wird die Schutzhaube bis auf die Werkstückoberfläche abgesenkt, verbessert das nicht nur die Absaugung. Sie verringert auch deutlich die Gefahr, dass Ihre Finger zu nahe an das laufende Sägeblatt kommen.



Wenn es für die Benutzung eines Schiebstockes schon zu eng ist, kann man mit einem solchen Schiebebrett auch schmale Werkstücke sicher am Parallelanschlag entlang schieben.

# Back to BASIC

Exklusiv  
im heise shop!



+ Nano-Axe-  
Board mit  
PICAXE-08M2

NEU

## Make Picaxe Special

Noch einfacher als Arduino: Im neuen PICAXE Special der Make dreht sich alles um den Einstieg ins Programmieren mit BASIC. Dazu gibt es ein neuentwickeltes Programmierboard für den Einsatz von PICAXE-Chips, das Nano-Axe-Board mit USB-Anschluss. Damit können Sie sofort starten!

[shop.heise.de/make-picaxe](http://shop.heise.de/make-picaxe)

Einzelheft  
für nur

24,95 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

© Copyright by Maker Media GmbH.

 heise shop

[shop.heise.de/make-picaxe](http://shop.heise.de/make-picaxe) >

# Die Oberfräse

Wer die Kanten seiner Holzprojekte mit präzisen Radien abrunden will, findet in der Oberfräse einen praktischen und enorm zeitsparenden Helfer. Mit einem Kopiering versehen kann man damit auch Teile nach Schablonen in Form fräsen oder man baut sich aus einer Platte im Handumdrehen einen praktischen Frästisch.

von Asa Christiana



Bild: Svetlana Monyakova / Shutterstock.com

**B**ei der Arbeit mit einer Oberfräse spannt man das Werkstück ein und führt die Maschine von Hand; der Fräser ragt unten aus dem Werkstück – daher der Name „Oberfräse“. Die CNC-Fräsen ab Seite 102 arbeiten prinzipiell genauso, nur dass hier ein Portalroboter die Maschine führt. Tischfräsen hingegen stehen fest, das Werkstück wird bewegt und die Spindel mit dem Fräser ragt nach oben aus den Frästisch heraus. Das ist vor allem dann praktisch, wenn das Werkstück kleiner ist als die Fräsmaschine. So etwas dürften zwar die wenigsten Maker in ihrer Werkstatt stehen haben, aber mit einem Stück Plattenmaterial kann man auch seine handelsübliche Oberfräse bei Bedarf ein feststehendes Tischgerät umfunktionieren.

### Grundlagen

Eine kompakte Oberfräse wie meine DeWalt 611 ist ein guter Startpunkt. Stark genug für die meisten Aufgaben und doch einfach zu kontrollieren.

**1 Wie man Fräser einsetzt.** Entfernen Sie die Grundplatte, wenn möglich, und stecken den Fräser so tief rein wie es geht. Dann, um sicher zu gehen, dass er ordentlich hält, ziehen Sie ihn etwa 5 mm raus bevor Sie das Futter, genannt Spannzange, schließen. Die meisten Oberfräsen haben einen Knopf, der die Drehachse sperrt, während Sie die Spannzange mit einem Schlüssel anziehen **2**. Andere brauchen zwei Schraubenschlüssel.

**3 Lagergeführte Fräser.** Dieses Kugellager (auch Anlaufing genannt) sitzt auf der Kante und kontrolliert den Schnitt. Dies ist ein 10mm-Abrundungsfräser, es gibt sie aber in allen möglichen Formen. Schäfte haben verschiedene Durchmesser. Achten Sie darauf, dass die Fräser in Ihre Maschine passen.

**4 Grundplatte einsetzen und Tiefe einstellen.** Lesen Sie im Handbuch nach, wie man die Grundplatte anbringt und ihre Höhe einstellt, um die Tiefe des Fräasers zu ändern.

### Kanten fräsen

Ein klassisches Schneidbrett für die Küche aus schönem Massiv- oder Leimholz ist ein gutes Projekt, um den Umgang mit der Oberfräse zu lernen. Halten Sie die Fräse fest, wenn Sie sie einschalten, und achten darauf, dass der Fräser sich dabei frei drehen kann. Dann platzieren Sie die Grundplatte auf das Holz und bewegen Fräser und Lager an die Kante, die Sie bearbeiten möchten. Dann können Sie die Kante fräsen.

**5 Zuerst die Tiefe einstellen.** Zeichnen Sie eine Linie in der Mitte und stellen dann die Höhe des Lagers so ein, dass zumindest die Oberkante die Linie berührt.

**6 Spannen und fräsen.** Spannen Sie das Schneidbrett oder Ihr sonstiges Werkstück ein und fräsen gegen den Uhrzeigersinn um

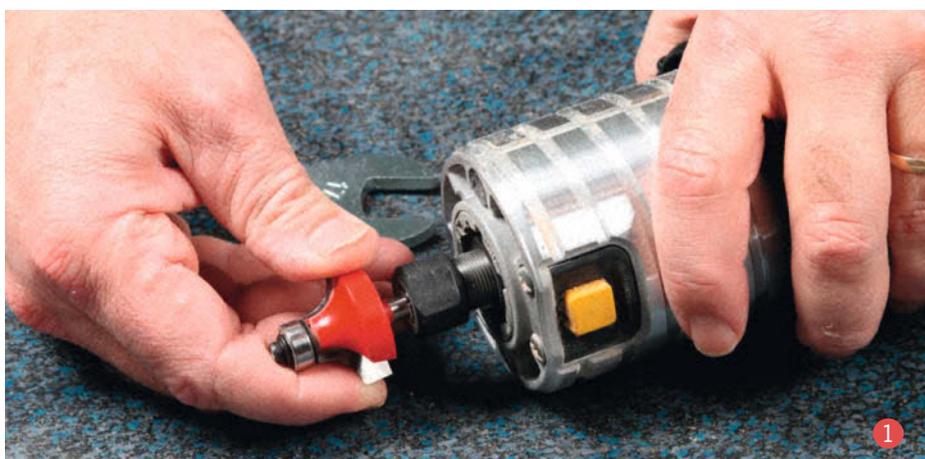
### Kurzinfo

- » Fräser in die Oberfräse einspannen
- » Kanten von Werkstücken richtig abrunden
- » Einfachen Frästisch für kleine Werkstücke selber bauen

### Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Bau was aus Holz! Clevere Projekte mit einfachem Werkzeug“ von Asa Christiana, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)
- » Mehr zum Thema Formfräsen nach Schablone mit der Oberfräse und einem Kopiering lesen Sie im Artikel „Bartop Arcade mit Raspberry Pi, Teil 2“ von Carsten Wartmann in Make 5/20, S. 122

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xutd](https://www.make-magazin.de/xutd)



das Brett herum, gegen die Drehrichtung des Fräasers. So lässt sich die Oberfräse einfach kontrollieren. Mit einer Hand halten Sie die Oberfräse, mit der anderen drücken Sie die Grundplatte flach aufs Holz. Starten Sie in der Mitte einer Kante, nicht an einer Ecke, und fühlen dann, wie das Lager der Fräse um die Ecken gleitet, wenn Sie von Kante zu Kante

gehen. Sie werden das Brett und die Zwingen umsetzen müssen, um alles zu fräsen.

**7 Griffe und andere Löcher fräsen.** Diesmal gehen Sie im Uhrzeigersinn um die Form herum. Halten Sie die Oberfräse immer in Bewegung, um Brandflecken zu vermeiden und gehen Sie ein zweites Mal drüber, um Unebenheiten vom ersten Mal zu beseitigen.



**8 Jetzt die Kehrseite.** Nachdem Sie die Zwingen umgesetzt haben, um alle Kanten einer Seite zu fräsen, drehen Sie das Schneidbrett um, damit Sie die Rückseite fräsen können. Wie Sie sehen, ist noch ein kleiner flacher Teil übrig, auf dem das Lager aufliegt **9**. Mit Ihren Schleifwerkzeugen verwandeln Sie dann die Fräskante und den flachen Teil in eine glatte Rundung entlang der Kanten und im Griffinneren.

### Einen Frästisch bauen

Aus einem Stück Sperrholz oder MDF mit mindestens 30 mal 45cm, bei dem die Oberfräse von unten angeschraubt wird, können Sie einen einfachen Frästisch bauen.

**10 Loch für Fräser und Futter bohren.** Nehmen Sie einen Forstnerbohrer, der ein bisschen größer ist als das Spannfutter Ihrer Oberfräse und bohren durch die Sperrholz- bzw.

MDF-Platte. Lassen Sie genügend Platz ringsherum, damit später Ihre Werkstücke eine sichere Auflage haben. Denken Sie an das Reststück darunter beim Bohren, um Splitter an der Rückseite zu vermeiden.

**11 Grundplatte entfernen.** Bevor ich die Oberfräse von unten an den Behelfsfrästisch schraubte, habe ich die Plastikplatte entfernt, damit der Fräser so weit wie möglich herausragt.

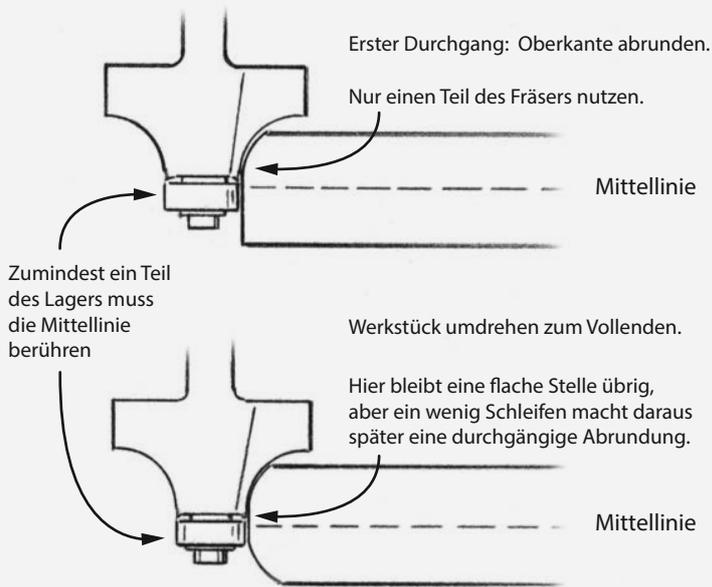
**12 Oberfräse anschrauben.** Das Spannfutter geht durch das gebohrte Loch. Dann nutzen Sie die Löcher in der Grundplatte, um die Fräse unter den Tisch zu schrauben **13**.

**14 Den Tisch festspannen.** Spannen Sie die Platte einfach an Werkbank oder Arbeitstisch fest und schon haben Sie einen Frästisch. —pek

## 9 Teilrundung

Die meisten nutzen diesen Fräser, um eine komplette Abrundung an den Kanten zu machen, aber wir stellen ihn etwas höher ein und nutzen nur einen Teil der

gerundeten Kante an den Rändern des Schneidebretts. Dadurch bleibt eine flache Linie übrig, die besser aussieht als eine volle Abrundung.



# Zwei Projekte zum Verbessern der Werkstatt

Wer mit Holz arbeitet, kann sich auch gleich seine Werkbank selbst anfertigen – hier entsteht ein mobiles Modell auf Rollen. Auch manches andere praktische Hilfsmittel ist um Handumdrehen selbst gebaut und leistet unschätzbare Dienste, wie die Sägeführung aus zwei Streifen MDF.

von Asa Christiana



Projekt 2:  
bewegliche  
Arbeitsstation

Projekt 1:  
simple  
Sägeführung

Ich bin definitiv nicht jemand, der versucht, seine Werkstatt zu perfektionieren, bevor er richtig mit dem Bauen anfängt, aber ein bisschen Vorbereitung zahlt sich aus. Also machen wir einen Kompromiss. Wir fangen direkt mit dem Bauen an, aber mit zwei einfachen Projekten, mit denen ihre Werkstatt effektiver arbeitet. Besser noch: das erste Projekt wird Ihnen beim Bau des zweiten helfen.

Jede Werkstatt braucht ein paar feste Unterlagen, um darauf zu arbeiten. Später möchten Sie vielleicht eine richtige Werkbank bauen oder kaufen, mit Schraubstock zum Halten und Sichern von Werkstücken. Aber für den Moment ist eine Arbeitsstation mit praktischem Stauraum vielleicht alles, was Sie wirklich brauchen. Um Zeit zu sparen, nutzen wir einen Küchenschrank als Kern, packen eine stabile Oberfläche drauf und Räder unten dran, damit man die Station in die Ecke schieben kann, wenn man sie nicht braucht.

Alte Wandschränke sind einfach zu finden – den hier habe ich für 85 Euro im Gebrauchtwarenladen gefunden – aber ein Küchenschrank ist noch nicht bereit für die Show, bringt noch nicht alles mit, was wir benötigen, also pimpen wir ihn auf mit etwas Kantholz, einem Satz Rollen, einem Liter Farbe und einer MDF-Platte (mitteldichte Faserplatte, siehe auch Seite 14).

Damit Sie die üblicherweise 120cm × 240cm große MDF-Platte in den Griff bekommen – genau wie alle kommenden Spanplatten – bauen wir davor einen meiner liebsten Werkstatthelfer, eine Sägeführung. Eine Sägeführung macht aus jeder Kreissäge ein idiotensicheres Präzisionsschneidewerkzeug. Manche nennen so einen selbstgemachten Werkzeughelfer „Sägevorrichtung“. Das klingt doch schon richtig professionell.

## Kurzinfo

- » Sägeführung für exakte und sichere Schnitte mit der Handkreissäge bauen
- » Mobiler Arbeitstisch für sicheren Stand der Kappsäge, als Werkbank und rollender Stauraum
- » Ergänzung: Justierbare Arbeitsstütze für die Kappsäge

## Material Sägeführung

- » MDF-Platte 19mm stark, 120cm lang, etwa 60cm (aber mindestens 18cm) breit
- » MDF-Platte 6 oder 8mm stark, 120cm lang, etwa 60 cm (aber mindestens 30cm) breit
- » Senkkopf-Holzschrauben 20mm lang

## Material Arbeitsstation

- » **Küchenunterschrank** oder ähnliches Möbel, gerne ausgemustert oder gebraucht
- » **Arbeitsplatte** zwei Lagen MDF, 19mm stark, etwa 120cm × 65mm, je nach Schrankmaß
- » **Grundplatte** MDF, 19mm stark, allseitig je 5cm größer als der Sockel des Schrankes
- » **2 Kanthölzer** 60mm × 100mm, etwa 60cm lang, je nach Tiefe des Schranksockels
- » **4 Rollen** etwa 7,5cm Durchmesser, zum Beispiel zwei Lenkrollen und zwei Bockrollen
- » **12 Gewindeschrauben** mit Sechskantkopf für die Rollen, 30mm lang, mit Muttern, Unterscheiben und Federringen
- » **4 Holzschrauben** mit Sechskantkopf, etwa 50 bis 70mm lang
- » **Senkkopf-Holzschrauben** 35mm lang

## Werkzeug

- » Handkreissäge
- » Bohrmaschine/Schrauber
- » Bohrer und Schraubbits
- » Schraubensenker
- » Schraubenschlüssel oder Knarrensatz
- » Langes Lineal oder Reißschiene, Setzlatte oder ähnliches zum Anzeichnen
- » Maßband und Bleistift
- » Holzleim
- » Schraubzwingen
- » Dämmplatte als Sägeunterlage (optional)

## Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Bau was aus Holz! Clevere Projekte mit einfachem Werkzeug“ von Asa Christiana, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/x4bw](http://make-magazin.de/x4bw)

# Projekt 1: Die simple Sägeführung ist der Sperrholz-Meister

Diese einfache, aber großartige Führung für Ihre Kreissäge benötigt zwei 120cm lange Stücke MDF, das eine dick, das andere dünn, erhältlich in jedem Baumarkt. Die Führung kann fast alles, was eine Tischkreissäge kann: gerade Schnitte in jedem Material und in jede Richtung, stets genau auf der Markierung. Der Anschlag führt die Säge und der Rand der Basis zeigt genau, wo die Säge schneiden wird.

## Cleverer Ansatz für eine gerade Sägeführung

Das Wichtige hier ist, das Werksende der MDF als Anschlag zu nutzen und die Basis breit genug zu lassen, sodass ein bisschen durch

die Säge abgetrennt wird und man sehen kann, wo sie hinterher schneiden wird.

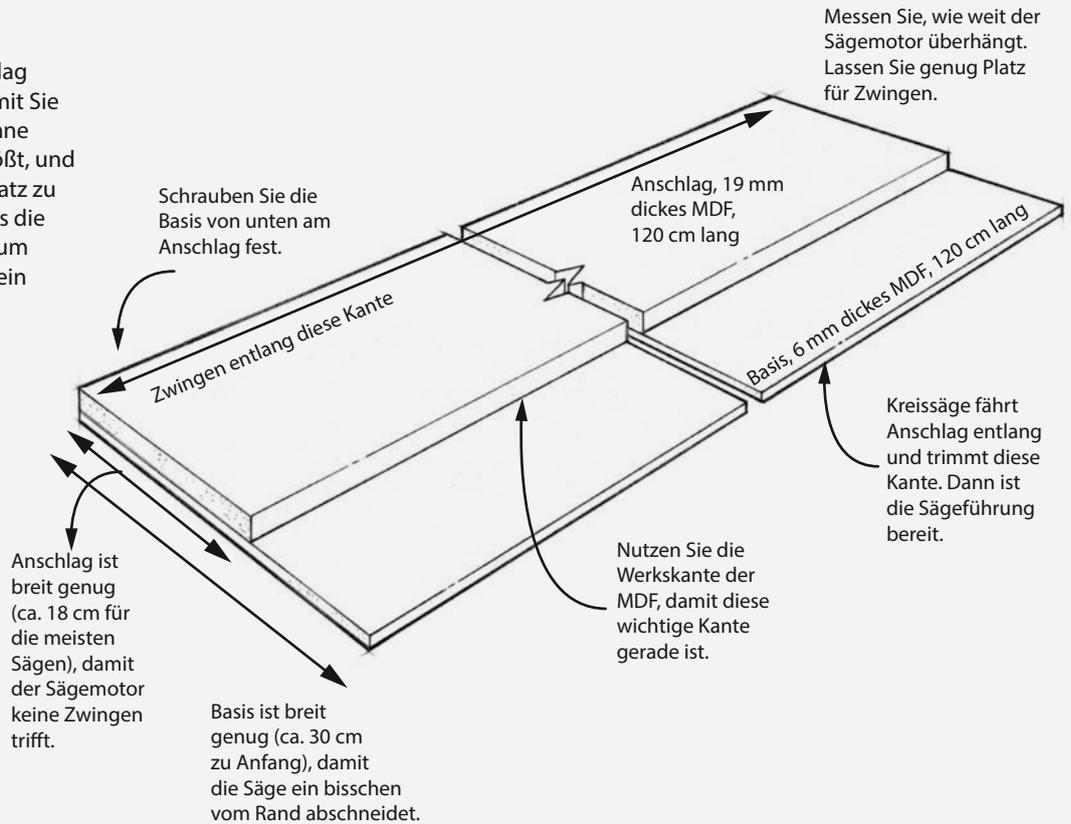
1 **Die Säge ausmessen.** Die wesentliche Abmessung ist der Abstand zwischen Sägeblatt und der inneren Kante des Sägeschuhs.

2 **Die Basis zuschneiden.** Dieser Schnitt ist nicht entscheidend, also zeichnen Sie einfach eine Linie 30 cm entfernt von der Kante und sägen an ihr entlang. Stellen Sie die Säge tiefe auf mindestens 12mm, damit Sie durch die 6mm dicke Platte kommen. Hier sehen Sie eine Dämmplatte unter dem Werkstück. Das ist eine tolle Unterlage für Sperrholz und Faserplatten, um den Tisch darunter zu schützen. Fixieren Sie das Werkstück, damit es nicht verrutscht.



## Grundaufbau

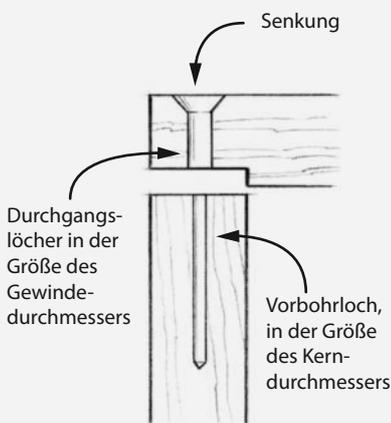
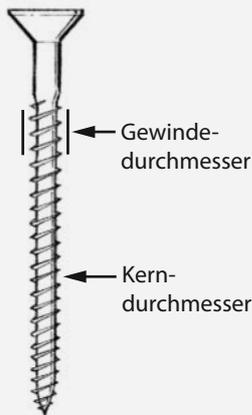
Das Wichtige ist, den Anschlag breit genug zu machen, damit Sie Platz für Zwingen haben, ohne dass der Sägemotor dranstößt, und die Basis breit genug, um Platz zu haben für den Anschlag plus die Entfernung von Sägeblatt zum Rand des Sägeschuhs, plus ein kleines bisschen.





## Das Geheimnis für super starke Schrauben

Bohren Sie passende Durchgangslöcher und Vorbohrungen und Ihre Schrauben werden unglaublich stark. Mit einer Senkung oben sind die Schraubköpfe bündig.



**3 Nun den Anschlag sägen.** Dieser Schnitt ist auch nicht entscheidend, da ich das schnurgerade Werksende (hier am nächsten zu mir) als Kante zum Führen der Säge nutzen werde.

**4 Durchgangsloch bohren.** Beachten Sie die eingezeichnete Linie, die die Kante des Anschlags markiert, damit ich weiß, wo die Schrauben hin müssen. Das hier wird die Unterseite der Sägeführung, daher brauchen die Löcher eine Senkung, damit die Schrauben bündig sind und alles eben ist.

**5 Der Fühl-Trick.** Ein Durchgangsloch lässt die Schrauben frei durch. Um einen Bohrer zu finden, der dieselbe Größe wie die Schraube hat, rollen Sie einfach beide zwischen den Fingern und vertrauen auf Ihr Fingerspitzengefühl.

**6 Kombi-Bohrer mit Senker.** Man kann Bohren und Senken separat machen oder ein Kombi-Bit wie dieses hier benutzen.

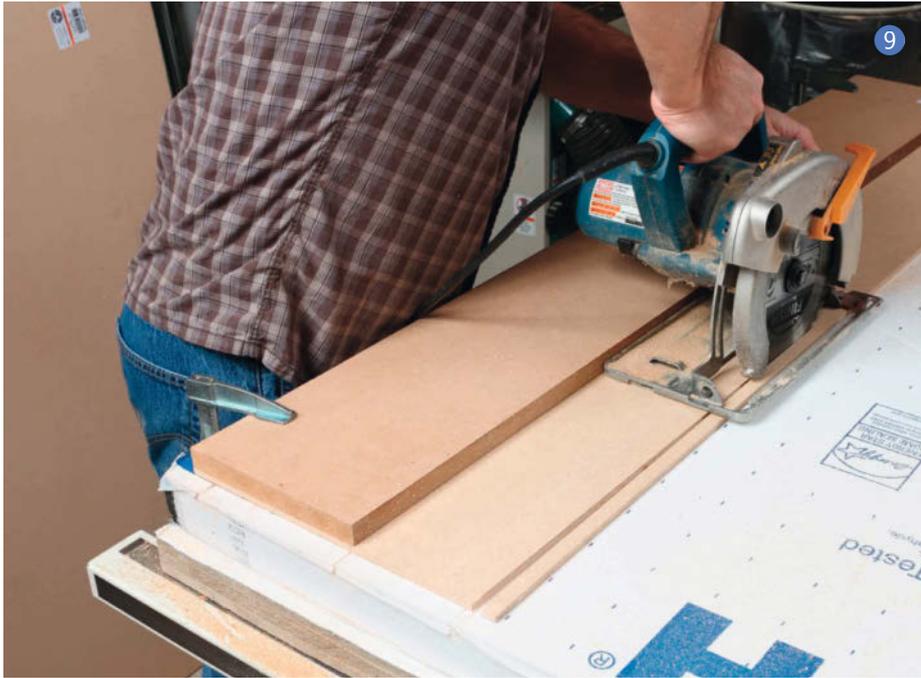
**7 Auch vorbohren.** Spannen Sie die Basis auf den Anschlag und nutzen die größeren Löcher als Vorlage, um die dünneren Vorbohrungen in den darunterliegenden Anschlag machen. Die Klebebandflagge hilft mir, nicht durch den Anschlag durchzubohren und mein wunderschönes Werk zu verunstalten.

**8 Schrauben halten perfekt.** Sie sind bündig mit der Basis, halten den Anschlag fest und ziehen die beiden Teile fest zusammen. Dank der Senkung sitzen die Schraubköpfe jetzt leicht unterhalb der Oberfläche.

**9 Vor dem Benutzen kürzen.** Lassen Sie beim Bau der Führung einen kleinen Überstand dran. Dann, wenn Sie ihn abgeschnitten haben, zeigt Ihnen der Rand jedes Mal genau, wo die Säge in Zukunft schneiden wird.

Die Sägeführung ist fertig. Für lange, gerade Schnitte zwingen Sie die Führung auf dem Werkstück fest und führen die Kreissäge an der Anschlagkante entlang.





## Ein nützlicher Hebel

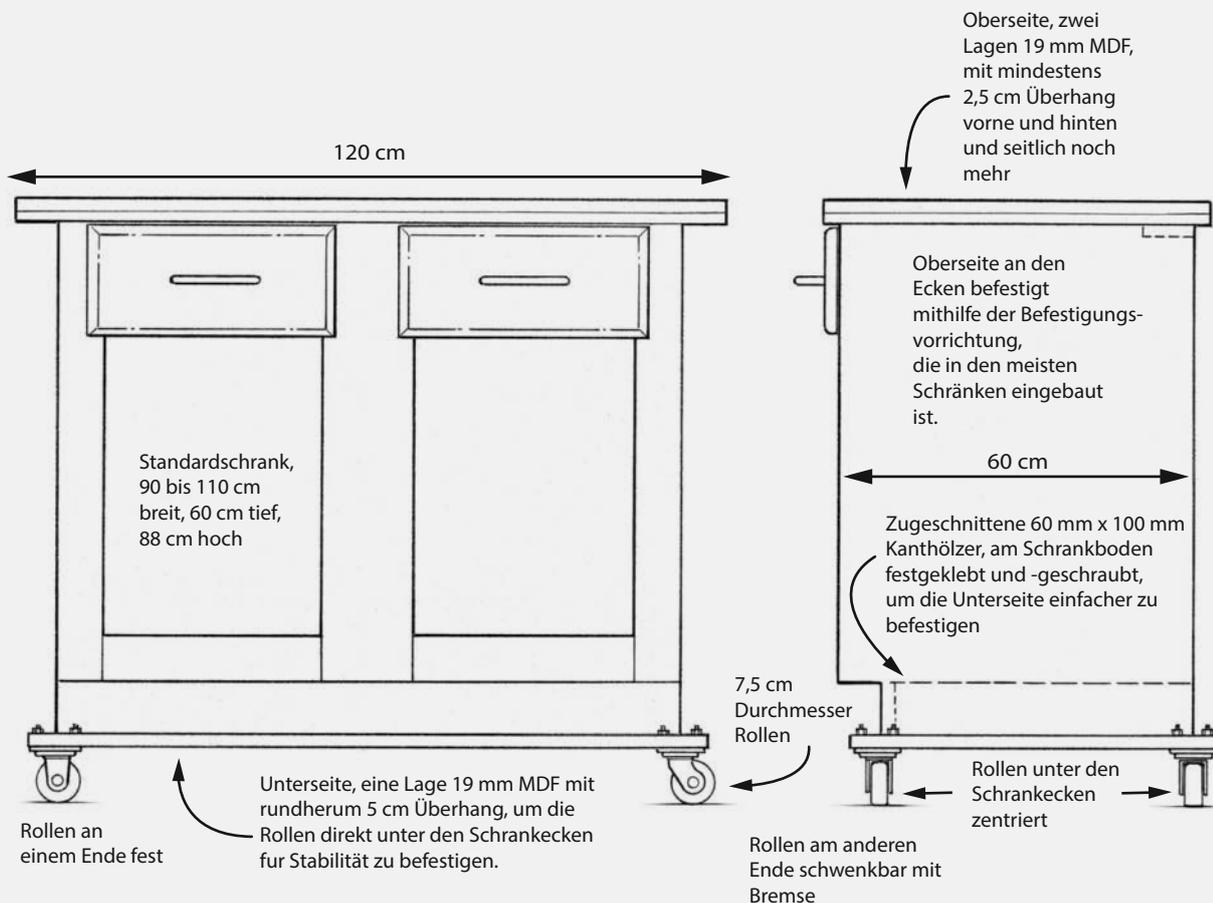
Manchmal hilft es, die Schutzhaube etwas anzuheben, um mit dem Sägen anzufangen, anstatt das Werkstück sie aus dem Weg schieben zu lassen. Drücken Sie dafür den Hebel an der Oberseite der Säge nach vorn.



## Grundaufbau

Nehmen Sie einen Unterschrank, wie er etwa in Küchen benutzt wird, der weniger als 106 cm breit ist, damit eine 120 cm breite MDF-Standard-Platte als Ober- und Unterseite passt. Mit dem hier war ich zufrieden. Die Schubladen sind nützlich und ich

mag offene Regale lieber als Türen. Wenn Sie die schwere 120cm x 240cm Platte kaufen, fragen Sie die Mitarbeiter im Laden, ob sie diese in kleinere Teile schneiden können, damit der Transport einfacher ist.



## Projekt 2: Eine bewegliche Arbeitsstation



Ich habe diesen alten Wandschrank für 85 Euro gefunden, die Seiten bemalt und eine dicke Oberseite sowie Rollen angebracht. Das ergibt eine mobile Arbeitsstation für meine Kappsäge mit nützlichem Stauraum im Inneren. Das ist die einzige Werkbank, die Sie brauchen, um mit dem Bau von Projekten anzufangen. Lassen Sie die Oberseite überhängen, so können Sie einfach Sachen dranklemmen. Dann nehmen Sie Ihr Werkzeug von unten raus und legen los.

### Küchenschrank Plus

Fangen Sie mit einem normalen Küchenschrank an (gebrauchte Modelle sind billig) und fügen eine dicke Oberseite sowie eine Unterseite mit Rollen dazu, um eine mobile Werkbank zu bauen.

#### 1 Ober- und Unterseite zuschneiden.

Nutzen Sie hierfür Ihre Sägeführung. Sie brauchen nur jeweils eine Markierung an Anfang und Ende des Schnittes, dann können Sie die Führung ausrichten, einspannen und sägen. Hier sehen Sie wieder die Dämmplatte unter dem Werkstück zum Schutz des Tisches.

2 **Zwei dicke obere Lagen.** Das geht, indem Sie durch die untere in die obere Lage schrauben (beide sind hier umgedreht). Schnellbauschrauben mit 35mm reichen aus. Bohren Sie einfach Durchgangslöcher in die untere Lage und sorgen für eine Senkung. Ich habe hier meinen Senk-Bohrer benutzt. In der oberen Lage (in diesem Bild unten) brauchen Sie keine Vorbohrung.

3 **Schrank umdrehen und Oberteil befestigen.** Legen Sie das Oberteil mit der Oberseite nach unten auf den Boden, platzieren den Schrank verkehrt herum darauf und messen den Kantenabstand, damit der Überhang gleichmäßig lang wird. Fast alle Küchenschränke haben eine Stelle, wo man eine Ar-





## Rollen-Einmaleins

Urethanrollen sind die besten, mindestens 7,5cm Durchmesser. Die beste Aufstellung für Werkstattrollen sind zwei fixierte und zwei Schwenkrollen mit Bremse. Damit kann man den Schrank in enge Ecken manövrieren, er ist aber stabiler als mit vier Schwenkrollen.

beitsplatte befestigen. Falls Ihrer sowas nicht hat oder es Ihnen nicht stabil genug erscheint, müssen Sie eventuell ein paar extra Streifen oben um den Schrank herum anleimen und -schrauben (während der Schrank richtig herum steht), so wie wir es gleich mit der Unterseite machen.

**4 Die Unterseite des Schrankes verbessern.** Um die Basis und die Rollen an der dünnwandigen Schrankunterseite zu befestigen, müssen wir sie verstärken. Machen Sie das, indem Sie ein paar 60mm x 100mm Kanthölzer zuschneiden, sodass sie in die Umrandung passen, eine dicke Schicht Holzleim darauf auftragen und durch die Außenseite des Schrankes festschrauben, um sie zu befestigen. Machen Sie auch hier wieder Durchgangslöcher und Senkungen. Halten Sie die Holzstücke beim Schrauben gerade zur Schrankunterseite.



**5 Die Rollen auf der Unterseite platzieren.** Schneiden Sie noch ein Stück MDF zu, rundherum 5cm größer als der Schrankboden, damit Sie die Rollen anbringen können. Zeichnen Sie Linien ein, die den Umriss des Schrank markieren und platzieren die Rollen mittig auf den Ecken des Schrank, um die Bohrlöcher anzuzeichnen. Dann bohren Sie diese.

**6 Sicherungsscheibe nutzen.** Die Oberseiten der Schrauben bekommen normale Unterlegscheiben, die Seiten mit den Muttern kriegen Federringe. Setzen Sie die Schrauben in die äußeren Löcher rein, aber noch nicht in die inneren.

**7 Letztes Loch kriegt Schlüsselschraube.** Platzieren Sie die Basis mit Rollen auf den Schrankboden. Das Loch zur Mitte jeder Rolle bekommt noch eine Schlüsselschraube (eine große, dicke Holzschraube mit Sechskantkopf) in die gerade befestigten Kanthölzer geschraubt. Sie haben zwar schon die passenden Löcher in der Basis, aber Sie brauchen noch Vorbohrungen in den untenliegenden Kanthölzern für die Schlüsselschrauben. Und um sicher zu gehen, dass die Basis gut befestigt ist, schrauben Sie noch ein paar Trockenbauschrauben in die Kanthölzer darunter. —pek

## Einfache Arbeitsstütze für die Kappsäge

Es ist sehr hilfreich, eine Stütze zu haben, die auf gleicher Höhe wie die Auflage der Kappsäge ist, damit lange Werkstücke beim Sägen stabil bleiben. Das geht ganz einfach mit einem Kantholz und ein paar Schrauben.



**Sicheres Sägen.** Um lange Bretter gerade zu halten, schrauben Sie ein paar Kantholzstücke zusammen und bringen dann ein paar Schrauben an den unteren Ecken an, um die Höhe zu justieren.

**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**

**ct**

[ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

**ICH KAUF MIR DIE c't NICHT.  
ICH ABONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen. Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich  
eine Prämie nach Wahl,  
z. B. einen RC-Quadrocopter.**

Jetzt gleich bestellen: [ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

+49 541/80 009 120 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

# Kleiner Tragekasten

Loslegen, ohne großen Plan, aber nicht ohne Bedacht: So entstehen in wenigen Stunden Stücke, die ihren Zweck punktgenau erfüllen. Dieses handliche (und praktische) Projekt beweist es.

von Andreas Duhme



**E**in Blick in den Kühlschrank, und einem guten Hobbykoch fällt garantiert ein leckeres Gericht ein, das nur aus dem gekocht wird, was da ist. Warum sollte das in der Werkstatt immer anders ablaufen?

Man kann große Projekte über Wochen, Monate, Jahre planen, konstruieren und kalkulieren, und es gibt viele gute Gründe dafür. Mindestens genauso viel Spaß macht es vielen Holzwerkern, einfach loszulegen mit dem, was da ist.

In diesem Fall sollten möglichst viele Schrauben samt der entsprechenden Schrauber-Bits und einige Werkzeuge stets an vielen verschiedenen Stellen in Haus und Hof parat sein. Das ständige Zurückrennen in die Werkstatt für ein einzelnes Schraubchen nervte einfach. Also musste ein Tragekasten her, und zwar pronto!

Das Kästchen sollte leicht zu tragen sein, stabil, schnell gefertigt und doch so ansprechend, dass es auch mal in der Wohnung stehen bleiben kann.

### Blick für Details

Der Blick fiel auf ein übrig gebliebenes Lärche-Brett mit sehr gut stehenden Jahresringen. Durch die Lage der Jahresringe, nahezu rechtwinklig zu den beiden Hauptflächen, würde es formstabil bleiben. Außerdem zeigte es dadurch eine ruhige, streifige Maserung. Nett – und die sollte durch die Eckverbindungen nicht allzu stark unterbrochen werden! Die erste Wahl wären hier Gehrungen gewesen. Doch es sollte ja zügig gehen. Gehrungen brauchen länger beim Verleimen und Ruhe beim Abbinden des Klebers. Sonderlich stabil sind sie ohne weitere Verstärkung auch nicht.

Die Alternative, in kurzer Zeit geschnitten und gefräst: eine überfälzte Verbindung mit einem nur zwei Millimeter dicken Verdeck. Nur in diesem schmalen Bereich blitzt bei dieser Bauart Hirnholz auf. Selbst bei der Streifen-Optik der Lärche fällt das nur wenig auf.

Noch ein großer Vorteil der überfälzten Verbindung: Die rundum verlaufende Nut für den Boden tritt außen nirgends zutage. Der Boden selbst entstand aus einem Rest 6mm dicker Kiefer, ebenfalls mit stehenden Jahresringen.

Das Lärchenbrett hatte übrigens 12mm Dicke, und – es sollte ja zügig gehen – dabei blieb es. Im Nachhinein ist klar: Etwas schlanker hätte es sein dürfen, 10mm hätten auch genügt.

### Nägel für robuste Optik

Stabil sollte der Tragekasten sein! Nachdem der Express-Leim für fünfzehn Minuten unter dem Druck einiger Klemmzwingen anziehen durfte, sorgten feingeschnittene Nägel (18mm lang; Anbieter *Design 61* über Amazon)

## Kurzinfo

- » Bauen ohne Plan, aber mit Konzept
- » Eckverbindung mit Falz statt Gehrung
- » Kastenboden in Seitenwänden einnuten

## Material

- » Holz siehe Stückliste
- » Hanfschnur (optional) für den Griff
- » feingeschnittene Nägel 18 bis 25mm lang

## Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel stammt aus der Ausgabe 86 (Mai/Juni 2020) der Zeitschrift *HolzWerken* ([www.holzwerken.net](http://www.holzwerken.net))

## Werkzeug

- » Tischkreissäge zum Nutenschneiden und Zuschneiden der Teile
- » Tischfräse fürs Fälzen, ersatzweise mit einer Tischkreissäge möglich
- » Bandsäge alternativ Handsäge
- » Bohrmaschine und Bohrer 2mm sowie 14mm Durchmesser für den Griff
- » Handhobel zum Einpassen des Bodens
- » Streichmaß
- » Hammer
- » Zwingen
- » Holzleim

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xdtg](http://make-magazin.de/xdtg)

## Stückliste

Bauteil	Anz.	Länge	Breite	Stärke	Material
Seite lang	2	252	100	12	Lärche
Seite kurz	2	150	100	12	Lärche
Griffhalter	2	18	30	10	Lärche
Boden	1	246	136	6	Kiefer
Griffstab	1	150		Ø14	Buche
Alle Angaben in Millimetern					

für die endgültige Festigkeit. Sie waren gerade zur Hand. Wenn Sie längere Exemplare (22, besser 25mm Länge) parat haben, nutzen Sie diese. Sie gibt es dann aber nur als Schmiedenaegel. Vier Nägel pro Ecke wurden über Kreuz verwendet.

Das robuste Erscheinungsbild der Nägelköpfe war Absicht. Wer es dezenter mag, kann Holznägel einschlagen oder Messingstifte. Eine solche Verstärkung der gefälzten Leimverbindung ist für den geplanten Einsatz auf jeden Fall ein Sicherheitsplus. Damit sich die Nägel nicht in die Quere kommen, sind sie wechselseitig zwei und drei Zentimeter von der Ober- beziehungsweise Unterkante entfernt gesetzt. Markieren Sie die Abstände einfach auf einem Stück Leiste, das spart viel Messarbeit.

Drei Nägel halten auch die beiden ausgeklinkten, 18cm langen Griffhalter. Lang auf quer hin oder her: Sie sind außerdem mit ein wenig Leim befestigt. Eine Rissbildung ist angesichts der stehenden Jahresringe kaum zu erwarten. „No risk, no fun“ – das geht bei

einem solchen Projekt aus der Hüfte eben halt auch einmal.

Für einen kleinen optischen Akzent sorgte dann noch die Umwicklung des je 5mm eingebohrten 14mm-Rundstabs mit einer dünnen Hanfschnur.

Nach einer Schicht schnell trocknendem „Sanding Sealer“ (Schnellschliffgrund), einem Vlies-Zwischenschliff und einer Wachslage war die Trage nach drei Stunden fertig. Später kam noch die Idee hinzu, eine einfache Einteilung für drinnen auf der Säge zu schneiden.

### Mal eben schnell

Schnell mal etwas fertigzustellen ist eine Klasse Erfahrung und empfehlenswert auch und gerade für die akribischen Planer unter uns. Alle Maße wurden direkt am Holz festgelegt. Die hier bereitgestellte Materialliste ist nachträglich entstanden, falls Sie doch genau diese Trage nachbauen wollen. Das können Sie gerne tun. Aber gönnen Sie sich auch hin und wieder den Spaß der Improvisation!

# Umlaufende Maserung per Säge Trick

Das normale Vorgehen beim Ablängen auf der Kreissäge ist so: Alle Teile einer Länge werden direkt nacheinander geschnitten, damit man den Anschlag nicht verstellen muss. Beim Herausschneiden aller Teile eines Kastens aus einem Brett wäre das die Reihung Kurz-Kurz-Lang-Lang gewesen. So läuft die Maserung aber nicht um den Kasten herum!

Um die gewünschte Reihung Kurz-Lang-Kurz-Lang zu bekommen, dient dieser Trick. Er setzt voraus, dass Ihre Säge einen Anschlagreiter hat, der sich aus dem Weg klappen lässt. Den Klapp-Reiter stellen Sie auf das kurze Maß ein. Links davon klemmen Sie einen Klotz fest, der dem langen Maß entspricht. Nun können Sie die Maße abwechselnd schneiden, um



so das je passende Teilstück aus dem Brett herauszutrennen.

Es gibt noch einen aufwändigeren Trick zur Gewährleistung des vollständigen Maserungsumlaufs, der aber das aufwändige



Auftrennen und erneute Aushobeln des Bretts bedeutet. Der kleine Säge Trick mit zwei Anschlägen stellt sicher, dass drei der vier Ecken eine fortlaufende Holzstruktur zeigen. Bei ruhig gewachsenem Holz wird auch Ecke Nr. 4 kaum Versatz zeigen.

## Anleitung: Schritt für Schritt

1 Nach Augenmaß: Die Bodennut kann bei kleinen Objekten bis zur Hälfte des Materials reichen. Sie wird durch einmaliges Versetzen des Anschlags 4mm breit. Der Abstand von unten beträgt 7mm – auch das wurde ohne Messen festgelegt.

2 12mm breit wird der Falz in den Brettschen – eben so, wie die Bretter dick sind. Überprüfen Sie das Ergebnis (an einem Probestück gefräst) so, dass eine echte Kasten-seite genau in den Falz passt. Denken Sie beim Fräsen an ein stabiles Holz zum Nachführen.

3 Stellen Sie die Bretter zusammen, messen Sie die Abstände und rechnen Sie die doppelte Tiefe der Bodennut hinzu. Rundum

einen Millimeter abgezogen, ergibt sich das Zuschnitt-Maß für den Boden. Dieser wird noch per Hobel rundum auf 4mm abgeplat-tet, bis er passt 4.

5 Streichen Sie alle Fälze mit Weißleim (hier ist es die Expressvariante) ein. Legen Sie zuvor alle nötigen Zwingen bereit, denn beim Verleimen muss es schnell gehen. Übrigens: Der in die umlaufende Nut eingeschobene Boden benötigt keinen Leim.

6 Leichte Klemmzwingen aus Holz sind passend für diesen Einsatz, der nicht sehr viel Druck erfordert. Messen Sie dann beide Dia-gonalen (das Stichmaß). Sind Sie nicht gleich, setzen Sie eine Zwinde leicht schräg an, so dass sie die zu lange Diagonale staucht.

7 Die Griffhalter sind auf der Bandsäge schnell gefertigt. Sie werden etwa zur halben Dicke und bis zur halben Höhe ausgeklinkt. Der Anschlag wird dafür je nach Augenmaß ausgerichtet. Der Wechsel auf ein breites Band ist nicht zwingend.

8 Das Streichmaß (Einstellung: 6mm) legt die Nagelposition fest. Es wird nicht gezogen, sondern „sticht“ dort ein, wo die Markierungen auf einer zuvor eigens angefertigten Riss-Leiste als Schablone sind. Die Leiste wird dann für die Markierungen auf der anderen Seite der Ecke gedreht.

9 Alle Nagellöcher sind mit einem 2mm-Bohrer einige Millimeter tief vorge-bohrt. Für die handfeste Optik sorgen so ge-





nannte feingeschnittene Nägel, die vor allem in der Polsterei verwendet werden.

10 Nagelverbindungen werden mitunter etwas naserümpfend angesehen, sie haben in der Tischlerei aber eine sehr lange Tradition. Damit das Holz drumherum nicht beschädigt wird, kann ein Durchschläger für den letzten Hieb wertvolle Dienste leisten.

11 Auch die Griffhalter werden (mit etwas Leim darunter) angenagelt. Der Buche-Rundstab ist in beide Halter 5mm tief eingebohr und wird ebenfalls mit einem Nagel gesichert. Davor wurde er mit einer Hanfschnur umwickelt.

12 Drechsler kennen „Sanding Sealer“, aber der Schnellschliffgrund auf Schellackbasis ist auch für solche kleinen Projekte gut. Schon nach wenigen Minuten kann mit einem Vlies geschliffen und dann gewachst werden. —pek



# Passiver Holzlautsprecher

Dieser passive Smartphone-Lautsprecher ist schnell und einfach gebaut und sein akustisches Geheimnis ist einfach cool – er verstärkt den Sound aus dem Telefon rein durch die Form des Luftkanals im Inneren.

von Asa Christiana



**D**ie Wissenschaft hinter passiven Lautsprechern ist schnell erklärt. Wenn Sie schon mal Ihr Handy in eine Schüssel oder ein Glas gestellt haben, um die Musik besser zu hören, wissen Sie, wie es funktioniert: Die Schallwellen prallen am Boden ab und werden verstärkt, während Sie nach außen getragen werden. Modelle aus dem Laden sind etwas ausgefeilter, basieren aber auf demselben Prinzip.

In dem Moment, wo jemand den Schlüsseltrick entdeckt hat, haben die DIY-Leute angefangen, ihre eigenen passiven Lautsprecher zu bauen, oft aus Holz. Diese reichen von nicht so gut aussehend bis hin zu nett, aber nicht so einfach zu bauen, also habe ich nach der goldenen Mitte dazwischen gesucht. Die Lösung war das Bauen in Schichten.

## Ein Sound-Sandwich

Ein passiver Lautsprecher hat drei Aufgaben: Er muss Ihr Gerät halten, den Schall durch einen kleinen Kanal führen und ihn in eine große Öffnung leiten, die alles nach außen sendet. Wie können wir mit minimalem Werkzeug diese drei Öffnungen erschaffen, wovon eine sogar komplett versteckt ist?

Bei einem meiner vielen Besuche im Baumarkt habe ich kleine Bretter in verschiedenen Breiten und Dicken gefunden, gedacht für Holzwerkerprojekte. Die variierende Dicke hat mich an ein Sandwich erinnert mit dickerer Vorder- und Rückseite und einer dünneren Schicht in der Mitte, die das Handy halten und den kleinen Schalltunnel beinhalten könnte. Und die Breite der Bretter, 14cm, war genau passend. Mit der richtigen Reihenfolge beim Sägen und Verleimen hätte ich alle benötigten Nischen und Ritzen in einem kompakten Block.

Der einzige Nachteil an den kleinen Brettern war die beschränkte Holz Auswahl. Ich musste zwischen Roteiche und Pappel wählen

## Kurzinfo

- » **Verborgener Sound-Kanal dank Sandwich-Bauweise**
- » **Der Nagel-Trick: Holzflächen verleimen und pressen, ohne dass sie verrutschen**
- » **Oberfräse als Tischfräse zum Abrunden kleiner Werkstücke benutzen**

## Material

- » **2 Stücke Massiv- oder Leimholz 18mm**  
14cm breit, 45cm lang
- » **1 Stück Massiv- oder Leimholz 12mm**  
14cm breit, 45 cm lang
- » **Drahtstifte (Nägel), 12mm lang**

## Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Bau was aus Holz! Clevere Projekte mit einfachem Werkzeug“ von Asa Christiana, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel  
im Web unter  
[make-magazin.de/x2ws](http://make-magazin.de/x2ws)

## Werkzeug

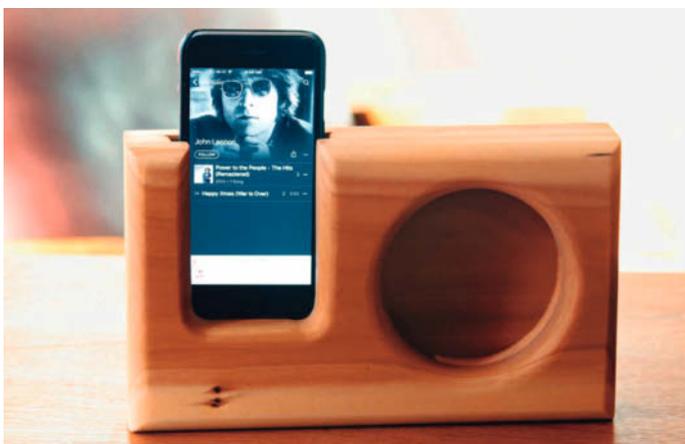
- » **Stichsäge** mit schmalen Blatt für Kurvenschnitte und breiten Blatt für saubere Schnitte in Hartholz
- » **Kappsäge** oder Tischkreissäge
- » **Bohrmaschine** und diverse Bohrer
- » **Oberfräse** und Frästisch von Seite 42 und Abrundfräser mit Kugellager (Anlaufing), etwa 6 oder 10mm Rundungsradius
- » **Hammer**
- » **Kneifzange**
- » **Schleifpapier** Körnung 120, 150, 180, 220; Schleifklotz und Rundstab 12mm Durchmesser
- » **Bleistift, Zirkel, Winkel**
- » **Sperrholzstück, doppelseitiges Klebeband und Nagel** als Kreis-Sägehilfe für die Stichsäge
- » **Holzleim**
- » **Schraubzwingen** möglichst viele
- » **Öllasur** oder Leinölfirnis sowie Lappen zum Auftragen

(ich habe letzteres genommen). Aber wenn Sie einen Freund mit Dickenhobelmaschine haben, können Sie jedes gewünschte Holz für die drei Schichten nehmen.

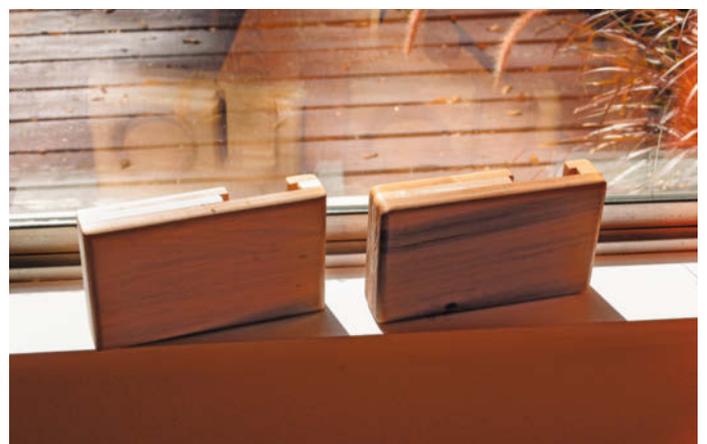
Nachdem ich den Entwurf zu Papier gebracht hatte, war das ganze Unterfangen immer noch in der Schwebe. Ich wusste, wie ich meinen labyrinthartigen Block bauen könnte, aber ich wusste immer noch nicht, ob das Ding funktionieren würde. Dafür musste ich einen Prototyp bauen. Als er fertig war,

habe ich die Wiedergabetaste auf meinem Handy gedrückt, das Handy in den Block gesteckt, den Atem angehalten und gehorcht.

Wenn der kleine Block den Sound nicht verstärkt hätte – merklich – ich bin nicht sicher, was ich hätte machen müssen, damit es funktioniert. Ich habe nie ein Examen in technischer Akustik gemacht. Aber es funktionierte – erstaunlicherweise. Meine 12 Jahre alte Tochter hat dieser magische Lautsprecher wirklich beeindruckt (sie hat ihn sofort geklaut).



Unterschied bemerkt? Bei dieser Version habe ich die Ecken nicht abgerundet. Nehmen Sie das Modell, das Ihnen am besten gefällt, oder machen Sie etwas ganz anderes. Lediglich die akustischen Teile sollten ähnlich bleiben.



Pappel. Nehmen Sie irgendein Holz mit 12 und 18mm Dicke und 14cm Breite. Ich habe Pappel genommen, das zu Anfang ein wenig grünlich ist, aber ein cremiges Braun entwickelt, wenn man das fertige Produkt in die Sonne stellt.

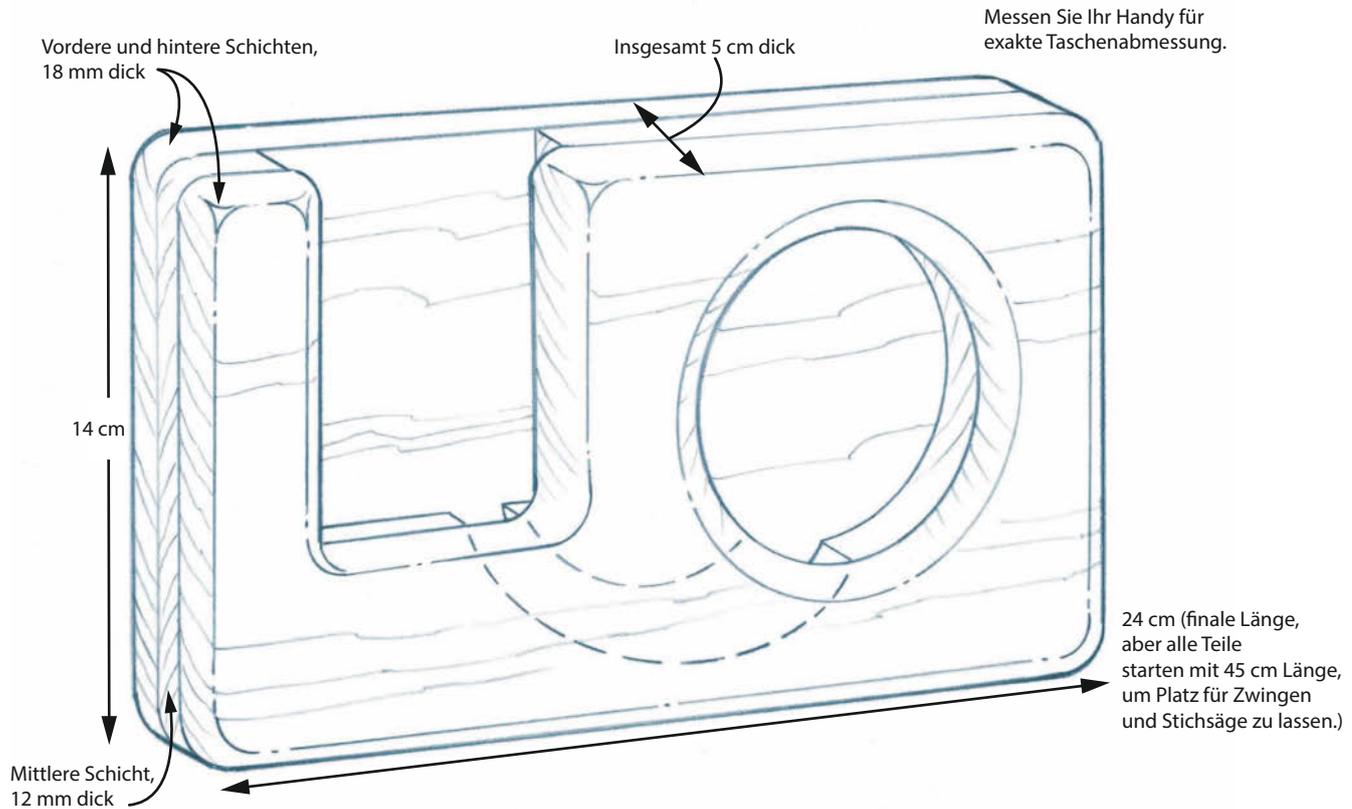
# Passiver Lautsprecher fürs Smartphone

Dieser kompakte Block, inspiriert von alten Radios, hält Ihr Handy und verstärkt den Sound ohne irgendwelche Kabel in Sicht. Sie können ihn für fast jedes Gerät anpassen,

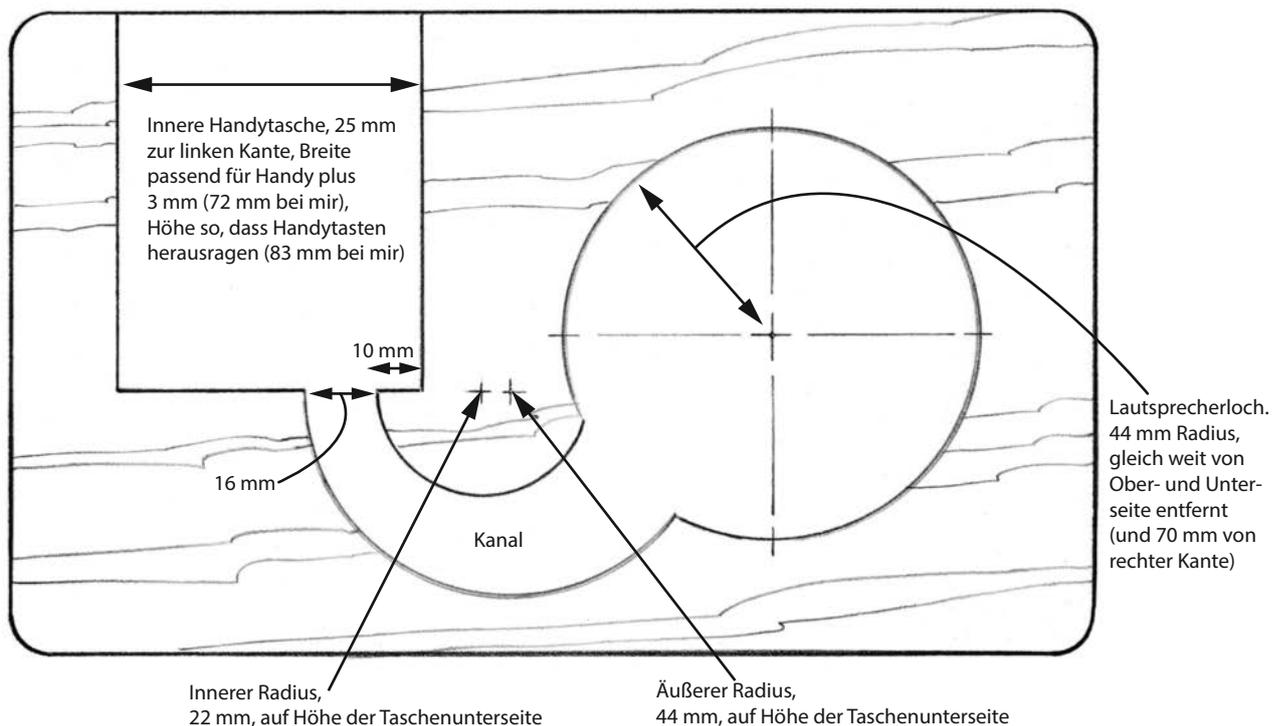
sogar ein Tablet. Durch das geschichtete Design können Sie die Konstruktion in einzelne Schritte einteilen. Die Zeichnung unten zeigt die Abmessungen für ein iPhone 6s mit dün-

ner Hülle. Messen Sie Ihr Handy und seine Lautsprecherposition für genaue Taschen- und Kanalabmessungen. Bei großen Handys müssen Sie die Außenmaße anpassen.

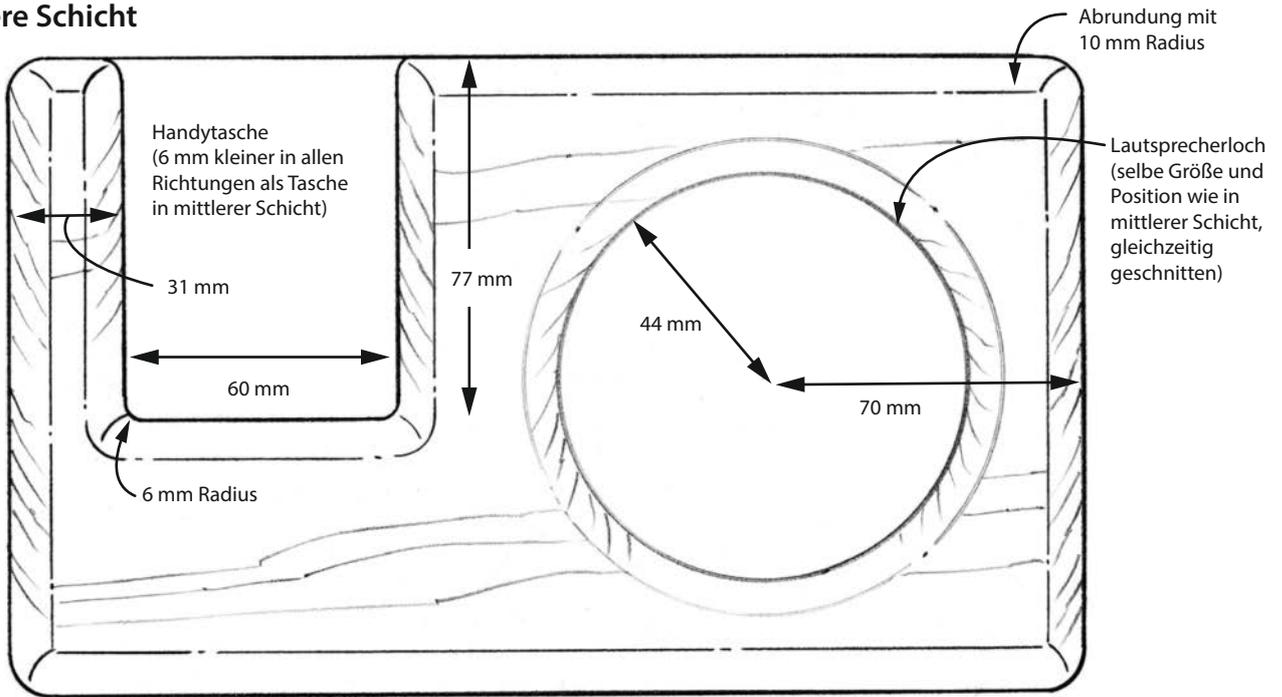
## Grundaufbau



## Mittlere Schicht

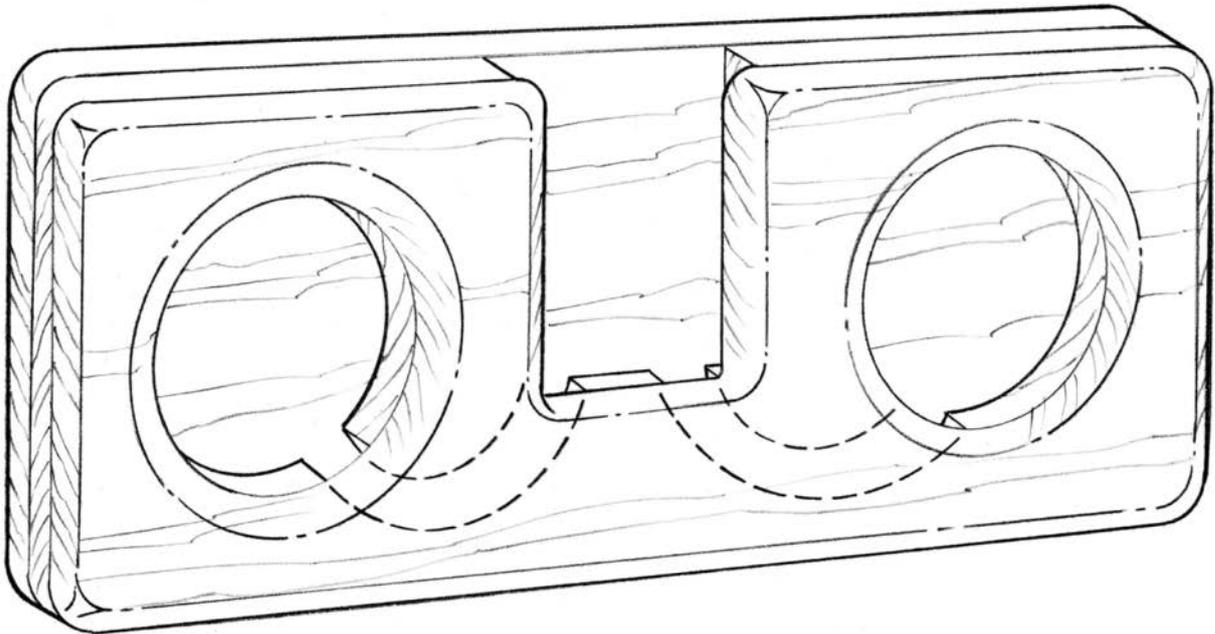


Vordere Schicht



Mach es Stereo

Falls Ihr Handy zwei Stereo-Lautsprecher an der Unterseite hat, können Sie eine Version mit zwei Löchern machen. Übertragen Sie einfach die Abmessungen auf die andere Seite der Handytasche.



Die mittlere Schicht anzeichnen

Alle Schichten starten mit 45cm Länge. Das Projekt wird erst auf die finale Länge zugeschnitten, wenn alle Schichten miteinander verklebt sind. Fangen Sie mit der mittleren Schicht an, welche die dünnste ist.

1 **Lautsprecherloch.** Nachdem Sie die Enden des finalen Blocks markiert haben, suchen Sie die Mitte des Lautsprecherlochs, stellen den Zirkel ein und zeichnen den großen Kreis.

2 **Handytasche.** Zeichnen Sie eine Linie 25mm entfernt von der Kante und legen das Handy dort hin. Achten Sie darauf, dass es

dabei waagrecht ist. Bewegen Sie es nach oben, bis die Lautstärkeknöpfe über die Kante ragen und gut erreichbar sind. Dann zeichnen Sie das Handy nach. Nach dem Abpausen fügen Sie an den Seiten etwa 1,5mm hinzu, damit das Handy reinrutschen kann 3.

4 **Jetzt der Kanal.** Markieren Sie die Kanten des Lautsprechers, schieben Sie dabei das



Handy zwischen den Seiten der Taschen hin und her, um sicher zu gehen, dass keines der Lautsprecherlöcher bedeckt wird. Dann zeichnen Sie zwei verschiedene Bögen, die den Kanal darstellen **5**.

### Die obere Schicht anzeichnen

Mithilfe der mittleren Schicht zeichnen Sie die obere an, die eine Dicke von 18mm besitzt.

**6 Gleiches Lautsprecherloch.** Nachdem Sie die Enden eingezeichnet haben, machen Sie dieses Loch genauso wie vorher.

**7 Kleinere Tasche.** Mithilfe der Tasche der mittleren Schicht zeichnen Sie die jetzige

ein und platzieren dabei die Seiten um 6mm nach innen. Mit dem Winkel vollenden Sie die Markierungen **8**, denken Sie dabei auch daran, den Boden der Tasche kürzer zu machen und runden Sie die beiden unteren Ecken mit 6mm Radius.

### Die mittlere Schicht sägen

Bei dieser Lage müssen Tasche und Kanal ausgesägt werden. Das Lautsprecherloch kommt später.

**9 Bestes Sägeblatt.** Für die geraden Wände dieser Tasche nehmen Sie ein Sägeblatt, das für besonders glatte Schnitte in Hartholzern gedacht ist. Diese Blätter sind überall

erhältlich und machen einen groß(artig)en Unterschied.

**10 Die Tasche aussägen.** Fangen Sie mit geraden Schnitten an den Seiten an. Dann machen Sie einen gerundeten Schnitt zur Unterkante, durch den Sie einen geraden Schnitt am Boden machen können. Wie Sie hier sehen, bleibt durch das extralange Brett mehr Platz zum Festspannen **11**.

**12 Sägeblattwechsel.** Sie werden ein schmaleres Sägeblatt brauchen, um die engen Kurven des Kanals zu sägen.

**13 Den Kanal sägen.** Machen Sie den Schnitt so sauber wie möglich. Sägen Sie zum Abschließen in den Lautsprecherbereich rein, der später entfernt wird **14**.







**15 Glatt schleifen.** Entfernen Sie die Sägespuren im Kanal mit 120er Schleifpapier, damit der Schall später ungehindert durchkommt. Legen Sie dafür ein Stück Gummimatte zwischen das Schleifpapier.

### Die Tasche in der oberen Schicht aussägen

Diese Lage bekommt auch ein großes Lautsprecherloch, aber erst, nachdem sie auf die mittlere Schicht geklebt wurde.

**16 Fronttasche.** Sie brauchen das schmalere Sägeblatt für die abgerundeten Ecken dieser Tasche. Bleiben Sie bei den Kurven innerhalb der Linie. Was stehen bleibt, arbeiten Sie hinterher mit Schleifpapier weg.

**17 Die Seiten schleifen.** Starten Sie mit 120er Schleifpapier und gehen bis 150er hoch. Schleifen Sie die Seiten mit dem normalen Klotz.

**18 Den Boden schleifen.** Hier hilft es, das Brett mit Holzschrauben senkrecht festzuspannen. Nutzen Sie einen 12mm Rundstab, um glatte Kurven an den Ecken zu bekommen und dann einen schmalen Klotz für den Boden **19**.

### Zwei Schichten laminieren

Laminat ist der Fachbegriff für einen Werkstoff, bei dem mehrere Lagen miteinander verklebt wurden, wie die obere und mittlere Schicht dieses Projekts.

**20 Gestutzte Drahtstifte.** Ich nutze kleine 12mm-Drahtstifte, damit sich die Schichten nicht beim Verleimen und Einspannen verschieben. Treiben Sie die Stifte rein, passen aber auf, dass sie später beim Sägen nicht im Weg sind. Dann knipsen Sie die Köpfe ab, sodass eine kurze scharfe Spitze herausguckt **21**.

**22 Vorsichtig kleben.** Tragen Sie ordentlich Kleber auf, aber nicht ganz so viel an den Kanten, damit weniger Leim rausgequetscht wird, mit dem man sich hinterher befassen muss.

**23 Die Teile ausrichten.** Legen Sie das Oberteil auf die mittlere Schicht und richten es mit Ihren Fingerspitzen aus. Schauen Sie mithilfe der Bleistiftlinien auch nach der seitlichen Ausrichtung **24**.

**25 Viele Zwingen.** Nutzen Sie ein paar Zwingen, um die Schichten zusammen zu pressen und achten dabei auf die korrekte Ausrichtung. Die Drahtstifte lassen noch kleine Justierungen zu. Dann legen Sie überall, wo es geht,

Zwingen an, sodass keine Lücke zwischen den Schichten bleibt **26**. Nur außerhalb der Linien können Sie sich die Zwingen sparen.

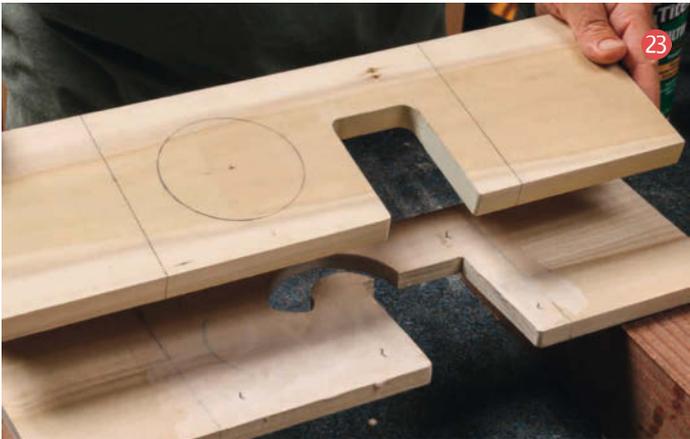
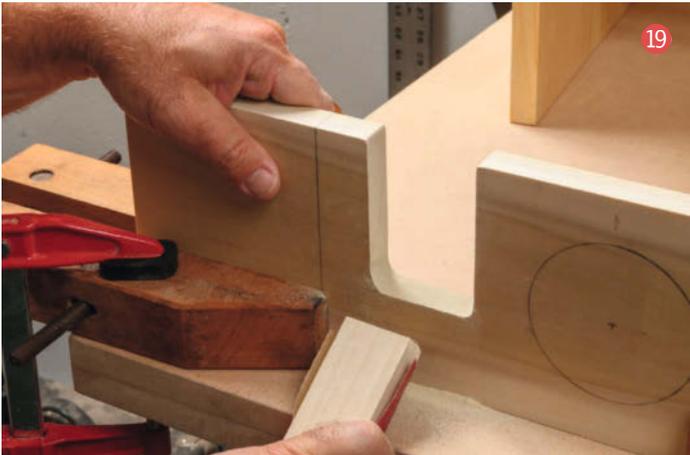
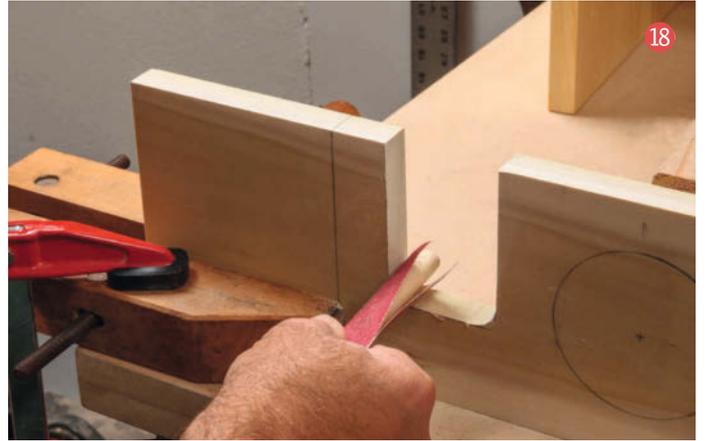
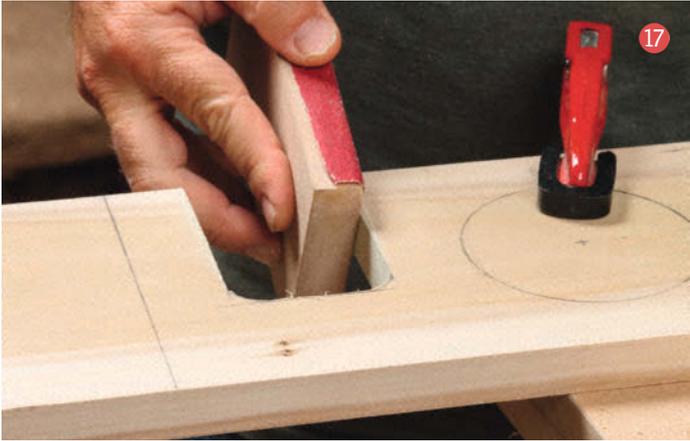
### Lautsprecherlöcher aussägen

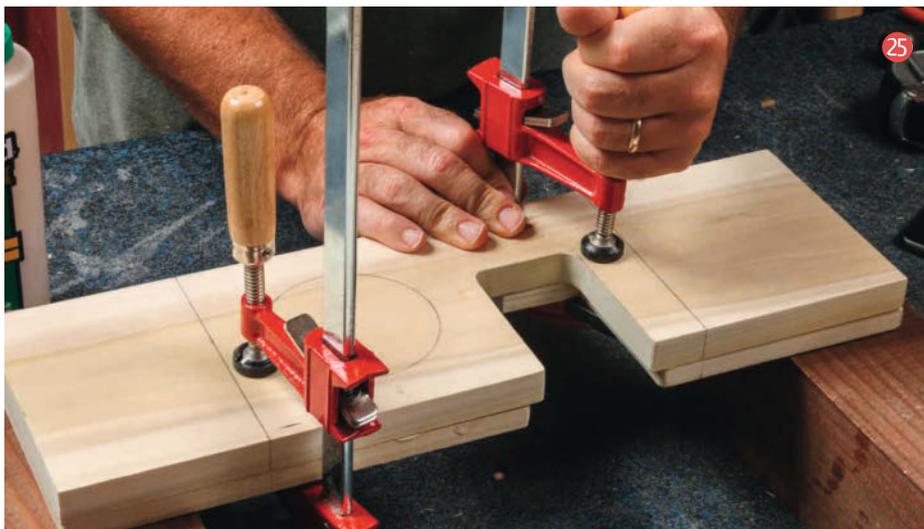
Die Lautsprecherlöcher kann man frei Hand sägen, leichter und genauer geht es aber mit einer Hilfskonstruktion.

**27 Anfangsloch bohren.** Ich habe hier einen 13 mm Bohrer für das Sägeblattloch genommen. Sie müssen ein Stück über die Kreislinie hinaus gehen, um das Blatt in die richtige Position zu bekommen, aber versuchen Sie, so wenig Überhang wie möglich zu haben, da man ihn später am Rand des Lochs sehen kann.

**28 Kreisführung.** Hierfür brauchen Sie ein dünnes Stück Sperrholz, darin ein eng anliegendes Loch rund um den Nagel, der als Drehachse dient, sowie ein Loch, in das das Sägeblatt reinrutscht, in diesem Fall 44mm entfernt vom Nagelloch. Außerdem braucht es im Werkstück noch ein Loch für den Nagel in der Lautsprecherkreismitte. Ich habe hier ein paar extra Linien als Hilfe eingezeichnet. Danach habe ich doppelseitiges Klebeband am Sägeschuh angebracht.







25

unteren Schichten aus und nehmen eine Menge Zwingen, um starken gleichmäßigen Druck auszuüben **33**. Achten Sie auch hier darauf, dass kein Versatz an den Kanten entsteht.

**34 Kürzen und schleifen.** Nachdem Sie ein bis zwei Stunden gewartet haben, sägen Sie den Block an den Markierungen ab, schaben ausgetretenen Leim weg und schleifen die Kanten grob ab **35**. Der Lautsprecherfunktioniert jetzt schon ausgezeichnet (probieren Sie es mal!), aber machen wir ihn noch ein bisschen schöner.

### Den Frästisch einrichten

Wir nehmen den einfachen Frästischaufbau von Seite 42, um den Lautsprecher noch eleganter und stilvoller zu machen.

**36 Großer Fräser, großes Loch.** Nehmen Sie falls erforderlich einen Forstnerbohrer, Lochsäge oder Flachfräser, um ein ausreichend großes Loch für den Abrundfräser zu bohren, etwa 20cm entfernt vom Ende der MDF-Platte. Klemmen Sie vor dem Bohren ein Restebrett drunter.

**37 Einsetzen.** Stecken Sie den Fräser mit Kugellager in die Oberfräse. Eventuell muss der Fräser etwas mehr als sonst aus der Spann- zange herausragen, um die Oberseite des Tisches zu erreichen.

**38 Oberfräse anbringen.** Ich habe hier nur die Plastikplatte an der Oberfräse drangelassen und sie durchbohrt, um Schrauben in den Frästisch einzudrehen.

**39 Den Fräser einstellen.** Justieren Sie die Höhe der Oberfräse so, dass der Boden des Abrundfräsers bündig mit der Tischplatte ist.

### Frästisch macht kurzen Prozess mit Abrundungen

Sie könnten die Oberfräse in der Hand halten, um die Abrundungen zu machen, aber es wäre schwierig, die Grundplatte auf einigen Teilen des Werkstücks zu balancieren. Der Tisch stützt den ganzen Block, während Sie ihn entlang des Fräsers bewegen.

**40 Einsatzbereit.** Dieser einfache Frästisch ist nichts weiter als eine MDF-Platte, die an Ihre Arbeitsstation geklemmt wird. Wir fangen damit an, die Kanten des Lautsprecherlochs abzurunden.

**41 Mit dem grossen Loch starten.** Stützen Sie das Loch über den sich drehenden Fräser, ohne ihn zu berühren und bewegen den Block dann, bis Sie fühlen, dass das Lager an der Lochkante anliegt. Fangen Sie sofort an, den Block gegen den Uhrzeigersinn, entgegen der Drehrichtung des Fräsers, zu bewegen. Bleiben Sie immer in Bewegung, bis Sie ein paar Mal im Kreis gegangen sind, dann sollten Sie ein sauberes Ergebnis erhalten **42**.



26

**29 Jetzt geht es rund.** Richten Sie die Stichsäge auf dem Sperrholzstück aus, rechtwinklig zur Kante, mit dem Sägeblatt durch das Loch gesteckt. Dann drücken Sie den Abzug und lassen die Stichsäge im Kreis herum arbeiten. Wenn Sie merken, dass sich das Sägeblatt nach links oder rechts verbiegt, können Sie dank des Klebebands die Säge noch ein bisschen drehen und den Kurs korrigieren.

**30 Glattes Loch.** Wenn Sie fertig sind, ziehen Sie die Säge raus, entfernen Sie den Holzstöpsel und bewundern Ihr Werk.

### Den Block vollenden

Die hintere Schicht ist ein normales, 18mm dickes Holzbrett. Wenn es befestigt wurde, können Sie den Block zuschneiden.

**31 Drahtstifte und Leim.** Nehmen Sie wieder gestutzte Drahtstifte und weniger Leim an den Innenkanten, wo sich Rausgequetschtes nur schwer entfernen lässt.

**32 Ausrichten und spannen.** Legen Sie die hintere Schicht drauf, richten sie an den



27



H f G  
Hochschule für Gestaltung  
Schwäbisch Gmünd

**Irgendwas  
mit Technik.**

Mit guter Gestaltung und sinnvollem Design lösen wir Alltags- und Zukunftsprobleme. Uns geht es nicht darum, die Welt nur zu verschönern. Bei uns setzt du dein Talent da ein, wo es der Gesellschaft und der Umwelt wirklich nützt.

**Bewerbungsschluss für die Bachelorstudien-  
gänge ist am 15. November und am 15. Mai!**



**43 Jetzt die Handytasche.** Starten Sie, wie abgebildet, an der rechten Seite der Tasche. Drücken Sie gleichmäßig gegen das Lager, während Sie den Fräser an der Kante runter, den Boden entlang und an der anderen Kante wieder hoch bewegen. Halten Sie den Block immer in Bewegung, so minimieren Sie Brandflecken **44**.

**45 In Minuten fertig.** Nachdem die Außenkanten gefräst wurden (vorne und hinten), ist der elegante Look komplett **46**.

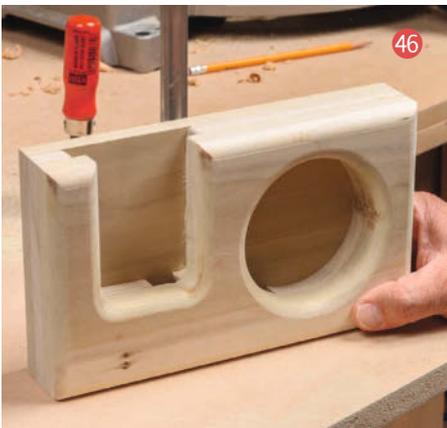
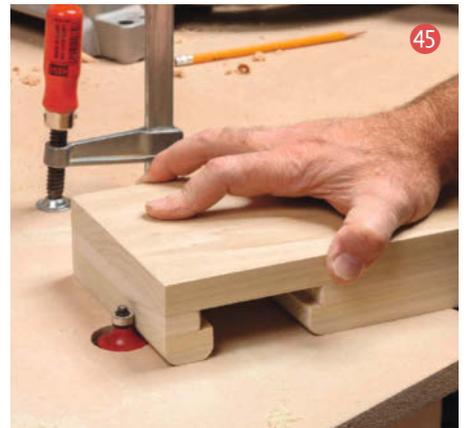
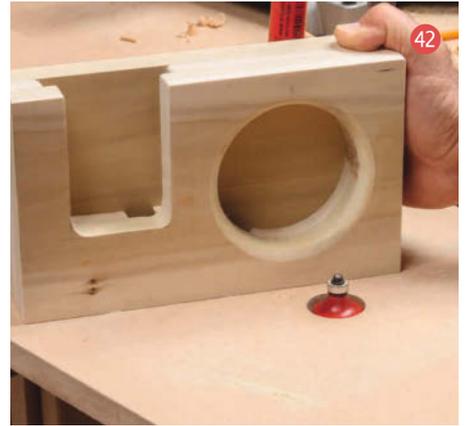
### Feinschliff

Dieses Projekt ist klein und die Lasur besteht lediglich aus ein paar Schichten Öl, also sind Sie in kürzester Zeit fertig. Ich habe Minwax Tungöl verwendet, das sich einfach auftragen lässt und Schönheit des Holzes hervorbringt.

**47 Ein bisschen schleifen.** Glätten Sie die ebenen Flächen mit dem Schleifklotz von 120er hoch zu 220er Körnung. An den Abrundungen ist eine flexible Einlage der Bringer. Die Gummieinlage funktioniert auch in den engen Kurven, entfernt die letzten Brandflecken und glättet die Übergänge von rund zu flach **48**.

**49 Einfache Öl-Lasur.** Starten Sie in den Öffnungen. Gießen Sie eine kleine Pfütze Öl rein und verteilen es in den engen Ecken. Dann machen Sie die ebenen Flächen, vorne und hinten **50**. Wischen Sie den Überschuss weg und lassen jede Schicht ein paar Stunden trocknen, bevor sie leicht mit 220er Körnung schleifen, das Papier dabei gefaltet und in der Hand gehalten. Dann den Staub abwischen und die nächste Schicht auftragen. Wiederholen, bis Sie mit dem Aussehen zufrieden sind. —pek





# Eine Werkbank für eine kleine Wohnung

Für alle, die keinen Platz für eine Werkbank haben, aber dennoch dringend eine benötigen, zeigen wir hier einen Bauvorschlag. Diese Werkbank ist nicht nur praktisch und platzsparend, sondern auch noch sehr hübsch.

von Bjørn Karmann



Vor ein paar Jahren zog ich nach Amsterdam, wo kleine Wohnungen genauso weit verbreitet sind wie Boote und Fahrräder. Trotz Platzmangel brauchte ich als Designer und Maker aber auf jeden Fall eine Werkbank. Sie ist der heilige Ort, an dem der Geist, die Hände und die Werkzeuge sich zu einer unaufhaltbaren Kraft vereinen! ... oder einfach nur ein Arbeitsplatz mit guter, gleichmäßiger Beleuchtung.

Ich entschied mich dafür, meine Werkbank für die neue Wohnung selbst zu entwerfen und zu bauen. Das Konzept: einfaches Design, einfache Konstruktion, gleichmäßige Beleuchtung, geeignet für Werkzeugaufbewahrung und mit einer Möglichkeit, das Chaos zu verstecken, wenn die Werkbank gerade nicht gebraucht wird. Im folgenden Text erkläre ich kurz den Bau. In den Links zum Artikel finden Sie alle notwendigen Zeichnungen zum Download.

Die Pläne sind weitestgehend selbsterklärend – wichtig ist allerdings zu erwähnen, dass mit unseren Maßen die Seitenwände der Werkbank die Tischplatte und die Rückwand umschließen. Der Teil der Konstruktion, der am meisten Anleitung braucht, ist die tragende Unterkonstruktion, die die Tischplatte und -beine zusammenhält. Ich habe mir dafür ein Sandwich-Design ausgedacht, bei dem mehrere Sperrholzsegmente miteinander verklebt werden, so dass eine stabile Rahmenkonstruktion entsteht, die gleichzeitig eine nahtlose Halterung für die Beine bietet.

Zuerst sägte ich die fünf Segmente mit einer Bandsäge zu und verleimte die ersten vier zu einem soliden Block **1**. Zur weiteren Fixierung brachte ich zwei Schrauben an. Als nächstes klebte ich die beiden Querbalken zusammen und setzte sie in den linken und rechten Block ein. Jetzt konnte ich das Endstück ankleben und die Oberflächen bündig glätten. Es ist eine gute Idee, die gesamte Konstruktion etwas mit Schleifpapier zu bearbeiten, bevor man die Beine montiert. Die Beine sind an einem Ende mit einer Japansäge rechteckig zugesägt (36mm × 34,5mm) und mit einem Stechbeitel versäubert, so dass sie dort, wo sie in den Rahmen eingesetzt werden, eine scharfe Kante haben.

Was den Hauptteil der Werkbank – das Oberteil – betrifft, ist die Konstruktion nicht komplizierter als eine Kiste mit ein paar ungewöhnlichen Winkeln. Nachdem ich die Größe der Tischplatte durch einen Probeaufbau festgelegt hatte **2**, baute ich die Seitenteile mit Leim und kleinen Nägeln an. Die für den Deckel notwendigen Winkel an den Seitenteilen und den beiden Teilen des Deckels kann man nicht im Baumarkt zuschneiden lassen. Für das Zuschneiden dieser Teile braucht man also Zugang zu einer Werkstatt mit einer Tischkreissäge. Es lohnt sich, vor dem Zuschneiden der entsprechenden Holzstücke

## Kurzinfo

- » Tisch-Unterkonstruktion aus verleimten Sperrholz-Blöcken
- » Bündigen Deckel konstruieren

### Checkliste



**Zeitaufwand:**  
2 Tage



**Kosten:**  
circa 120 Euro



**Holzbearbeitung:**  
Sägen, Kanten im Winkel schneiden, schleifen, kleben und schrauben

### Material

- » Sperrholzplatte 2500mm × 250mm × 12mm, Liste der einzelnen Teile mit Bemaßungen siehe Link
- » 4 Holz-Rundstäbe, 1000mm × 50mm Ø
- » Sperrholz für die Lochwand, 800mm × 300mm × 6mm
- » Stangenscharnier 900mm
- » 2 Gasdruckfedern 50Nm
- » Mikroschalter mit Hebel als Endschalter
- » Lichtschalter + Kabel
- » Arbeitsplatzbeleuchtung Omlopp Ikea (800mm)
- » Mehrfachstecker
- » Werkzeugklemmen für die Lochwand

### Werkzeug

- » Tischkreissäge oder große Teile im Baumarkt zusägen lassen
- » Bandsäge oder Stichsäge für die Ausschnitte in den Segmenten der Adapterblöcke
- » Oberfräse mit Abrundfräser (optional)
- » Japansäge oder andere feine Handsäge
- » Holzleim
- » Schleifpapier
- » Schraubendreher
- » Schrauben für die Winkel, Federn und den Schalter

Alles zum Artikel  
im Web unter  
[make-magazin.de/xugq](https://www.make-magazin.de/xugq)

Probestücke anzufertigen, um sich seiner Sache sicher zu sein.

Als nächstes zeichnete ich den Griff an den Vorderteil des Deckels an und fräste ihn mit einer Oberfräse aus. Mit einem Abrundfräser rundete ich die Kanten ab. Der Zusammenbau des Deckels war etwas schwierig, weil die Win-

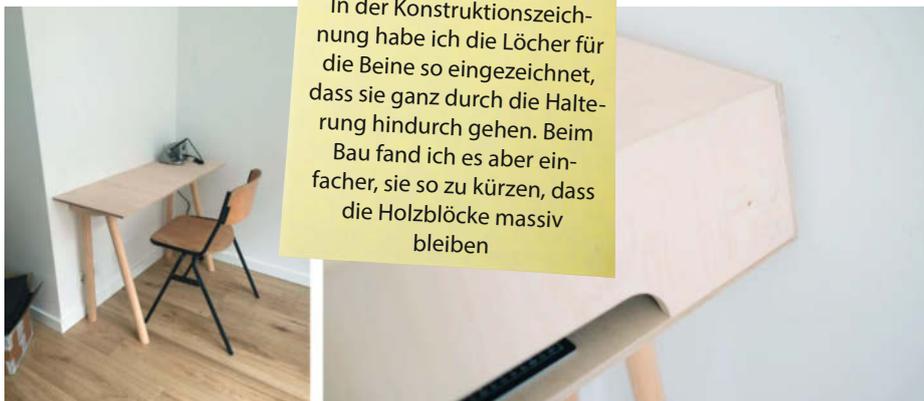
kel der beiden Einzelteile sehr exakt sein müssen, damit der Deckel genau mit der Vorderkante der Tischplatte abschließt **2**. An der Innenseite des Deckels zwischen Oberteil und Front setzt man zwei Dreiecke ein, um den Deckel zu stabilisieren und die Beleuchtung schön einzurahmen **4**. Die Dreiecke werden



- 1** Links ein verleimter Adapter ohne Endstück, in der Mitte ein Adapter mit eingesetztem Querbalken und rechts mit den Tischbeinen dazu. Zwischen Querbalken und Block habe ich noch einen Winkel angebracht.

### Anmerkung:

In der Konstruktionszeichnung habe ich die Löcher für die Beine so eingezeichnet, dass sie ganz durch die Halterung hindurch gehen. Beim Bau fand ich es aber einfacher, sie so zu kürzen, dass die Holzblöcke massiv bleiben



2 Links der Probeaufbau der Werkbank, rechts die Werkbank mit geschlossenem Deckel.



3 Der Mikroschalter in der linken hinteren Ecke schaltet die gesamte Elektronik aus, wenn der Deckel der Werkbank geschlossen wird.



### Tipp:

Wenn man die Seiten des Deckels etwas abschleift, verhindert man, dass der Deckel schleift und quietscht.

4 Die Lochwand und die Beleuchtung innerhalb des Deckels

verleimt und verschraubt. Ich fand es hilfreich, die Dreiecke vor der Deckelfront einzubauen und so die Kanten von Oberteil und Deckel genau aneinander anpassen zu können.

Fast fertig! Die Scharniere kann man am Besten verschrauben, wenn der Deckel komplett aufrecht auf der Rückwand ruht. Ich wollte eigentlich Klavierband verwenden, hatte aber zwei kleinere Scharniere herumliegen und habe dann diese eingebaut. Ich rate aber dazu, größere Modelle zu nutzen, damit sie mehr Kontaktfläche haben. Um den Deckel geöffnet zu halten, habe ich zwei Gasdruckfedern mit 50Nm eingesetzt 3.

Nun kann man die Lampe anbringen und sie entlang der Mitte mit einem möglichst schmalen Kabel verkabeln. So kann man später die Lochwand problemlos darüber setzen. In einer der hinteren Ecken habe ich einen Mikroschalter mit Hebel eingebaut, mit dem man die Lampe und den Mehrfachstecker unter der Tischplatte ausschaltet — so dass der Lötkolben und die andere Elektronik garantiert ausgehen, wenn man den Deckel schließt.

Jetzt zu meiner Lieblingsaufgabe ... die Werkzeugaufbewahrung an der Lochwand komponieren. Das mag unwichtig erscheinen, aber eine durchdachte Aufhängung der Werkzeuge gibt der Werkbank wirklich ihren endgültigen Charakter und die persönliche Note! Jede Form der Anordnung ist denkbar: nach Farben, thematischen Bereichen und den verschiedenen Formen.

Die Lochwand besteht aus einer dünnen Sperrholzplatte (800mm × 300mm × 6mm). Nach dem Bohren der Löcher mit 20mm Abstand und einem Durchmesser von 3mm kann das Layout beginnen. Ich empfehle, die Anordnung der Werkzeuge zuerst auf einer flachen Oberfläche auszuprobieren — eine Nacht darüber zu schlafen, sie wieder zu verändern und abschließend ein Foto für den vertikalen Aufbau zu machen. Abhängig vom Kabel kann es sinnvoll sein, eine kleine Nut in die Rückseite der Lochwand zu fräsen, um diese eben anbringen zu können. Die Werkzeuge befestigt man mit Werkzeugklemmen für Lochwände. Die gibt es in verschiedenen Ausführungen, also braucht man eine Auswahl von unterschiedlichen Größen, um alle Werkzeuge gut befestigen zu können.

Und damit sind wir fertig! Ich habe später noch eine schmale Leiste an der Rückseite kurz vor der Rückwand hinzugefügt, um einen Platz für sonstige Werkzeuge zu haben und die Kabel verstecken zu können. Falls du vor hast, deine eigene kleine Werkbank nach diesem Vorbild zu bauen, lass mich das via Twitter oder per E-mail an mail@make-magazin.de wissen. Ich würde gerne verschiedene Versionen der Werkbank und verbesserte Entwürfe sehen! —esk

# SMART LOSLEGEN

## mit dem Node-RED Special von Make!

dt  
Make:

# Make:

Node-RED  
SPECIAL

inklusive  
ESP8266  
D1 Mini mit WLAN

## Grundlagen

- › Einführung in Node-RED
- › MQTT verstehen
- › Installation auf dem Pi
- › Flows erstellen
- › ESP8266 einrichten & programmieren
- › Sensoren auslesen & Motoren steuern
- › Bedienoberflächen entwerfen
- › Einstieg in JavaScript



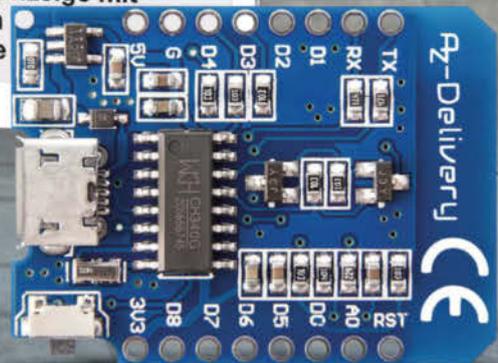
Für  
Smart  
Home  
& IoT

## Projekte

- › Temperaturen messen
- › Fenstersensoren überwachen
- › Servomotor als Anzeige

## Für Fritzbox

- › Präsenzerkennung im WLAN
- › Bandbreitenanzeige mit LED-Streifen
- › DECT-Geräte



### Make Special: Node-RED

Für Einsteiger ohne tiefere Programmier-Kenntnisse bietet **Node-RED** die ideale Lösung. Man verknüpft fertige grafische Bausteine zu einem „Flow“ und kann so komplexe Anwendungen für **IoT und Smart Home** entwerfen.

Im neuen **Make Node-RED Special** bietet die deutsche Make-Redaktion Anfängern und Fortgeschrittenen einen leichten Einstieg in die Programmierung von Smart Homes. Das Heft wird **portofrei inklusive eines ESP8266 D1 Mini mit WLAN** geliefert!

[shop.heise.de/ma-nodered](http://shop.heise.de/ma-nodered)

24,95 € >

inkl. D1 Mini

 heise shop

[shop.heise.de/ma-nodered](http://shop.heise.de/ma-nodered) >

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

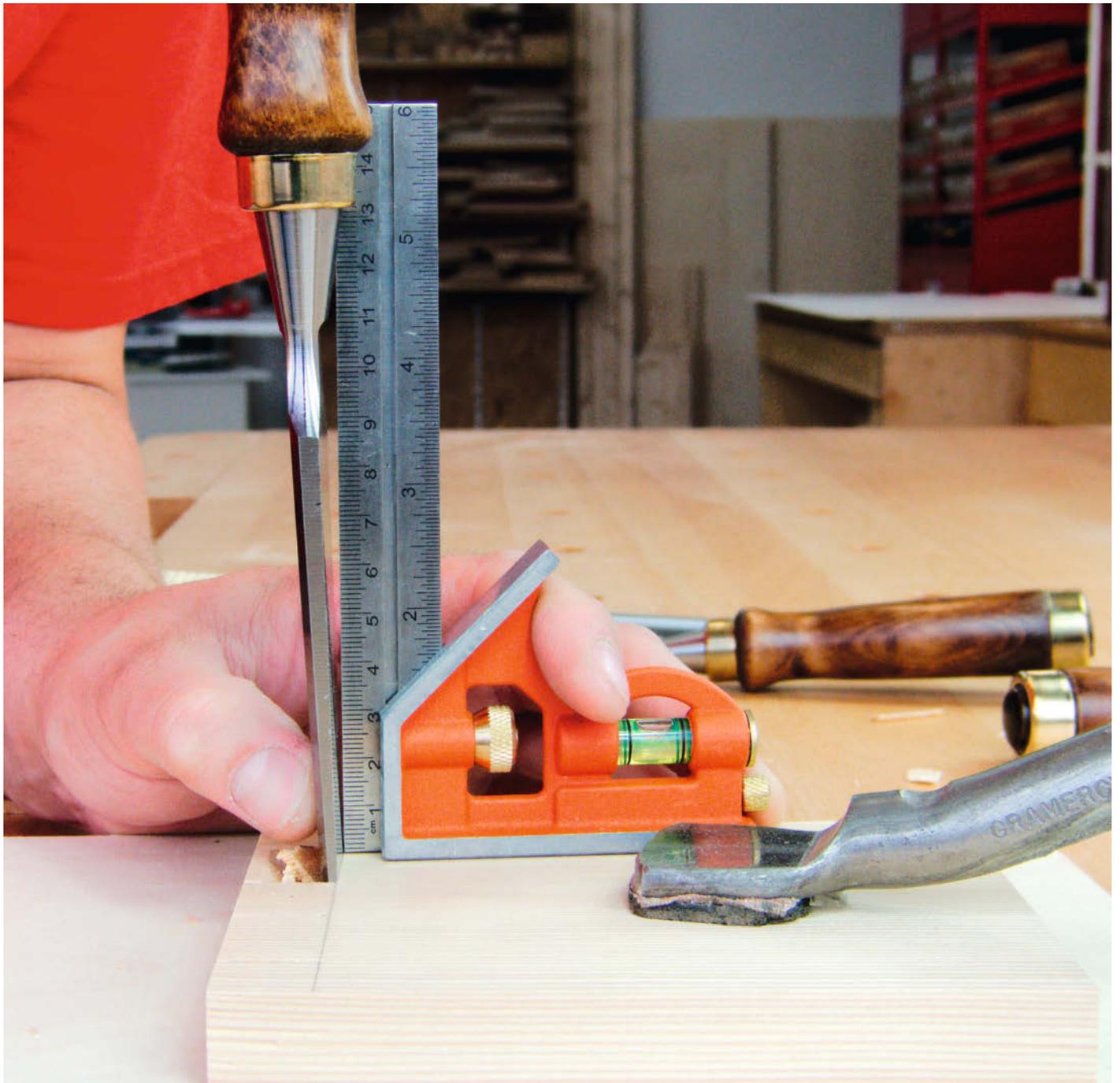
© Copyright by Maker Media GmbH



# Handwerkzeuge für Holz

Auch wer sein Holz vor allem von Hand bearbeiten will, braucht nicht unübersehbar viele Werkzeuge. Hier zeigt ein Praktiker seine Grundausrüstung, mit der man im Alltag ziemlich weit kommt.

von Heiko Rech



**M**aschinen sind effizient und präzise. Warum also noch auf altertümliche Handwerkzeuge wie Stemmeisen oder Hobel zurückgreifen? Ganz einfach, weil Handwerkzeuge ebenso effizient und präzise sein können wie eine Maschine. Vorausgesetzt, man nutzt sie richtig. Dann können Handwerkzeuge eine enorme Bereicherung für die Werkstatt sein. Darüber hinaus sind sie leiser als Maschinen, verursachen kaum Staub und Spaß machen sie auch noch.

Es geht dabei nicht um eine komplette Ausrüstung an stromlos betriebenen Werkzeugen, sondern um einige wenige, die jeder Holzwerker haben sollte. Ob Sie später einmal weiter in dieses Thema einsteigen möchten, bleibt natürlich Ihnen überlassen. Sie wären auf jeden Fall nicht der Erste, den die Handwerkzeugbegeisterung packt.

Es ist ja auch kein Wunder. So ein gut geschärfter Hobel, der einen hauchdünnen Span schneidet und dabei eine seidig glänzende und glatte Holzoberfläche hinterlässt - das hat schon was.

Wenn Sie sich auf Handwerkzeuge einlassen, müssen Sie sich aber auch im Klaren darüber sein, dass für den sinnvollen Einsatz ein solider Arbeitsplatz notwendig ist. Das muss aber nicht zwingend eine schwere Hobelbank sein.

Ein Punkt, der ebenfalls während der ersten Begeisterung für Handwerkzeuge gerne einmal übersehen wird, ist das Schärfen. Nicht nur, dass Ihre Werkzeuge abstumpfen werden. Seien Sie sich auch darüber im Klaren, dass die wenigsten Werkzeuge im Lieferzustand so scharf sind, dass man mit Ihnen vernünftig arbeiten kann.

Lassen Sie sich aber davon nicht abschrecken. Das Schärfen von Stemm- und Hobel-eisen ist keine Geheimwissenschaft, mehr dazu lesen Sie ab Seite 82. Auf den hier folgenden Seiten werde ich Ihnen eine kleine Grundausstattung an Handwerkzeugen und deren Einsatz vorstellen. Dabei sind auch die wichtigsten Messwerkzeuge. Weitere Tipps zum Messen und Anzeichnen lesen Sie auch auf Seite 24.

### Eine sinnvolle Grundausstattung

Dieser Vorschlag für eine sinnvolle Grundausstattung basiert auf einem Werkzeugsatz, den ich auch in meinen Handwerkzeugkursen verwende. Mit dieser Grundausstattung können schon viele Arbeiten mit Handwerkzeugen, wie zum Beispiel die klassische Schwalbenschwanzzinkung, gemacht werden. Der vorgestellte Werkzeugsatz ist überschaubar und findet in einer Schublade oder einem Fach Ihres Werkzeugkoffers Platz.

Die Grundausstattung besteht aus folgenden Werkzeugen:

### Kurzinfo

- » **Kompakte Handwerkzeug-Grundausstattung für alle, die Holz (auch) von Hand bearbeiten wollen**
- » **Werkzeug-Know-how zu Stemmeisen, Einhandhobel, Japansägen und Kombinationswinkel**
- » **Nützlicher Kleinkram für die Werkstatt**

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Grundkurs Möbelbau“ von Heiko Rech, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xbda](http://make-magazin.de/xbda)

- Stemmeisen 8 Millimeter breit
  - Stemmeisen 16 Millimeter breit
  - Stemmeisen 26 Millimeter breit
  - Flachwinkel-Einhandhobel (Bettungswinkel 12°)
  - Zweites Hobeisen für den Einhandhobel
  - Holzklüpfel
  - Anreißmesser
  - Kombinationswinkel 150 Millimeter
  - Japansäge Dozuki 180 Millimeter lang
  - Japansäge Kataba 180 Millimeter lang
  - Streichmaß
- Ein langer Winkel, ein Zollstock, Bleistift, ein 30 Zentimeter langes Lineal und ein Schleifklotz aus Kork sind ebenfalls sehr sinnvoll.

### Stemmeisen und Klüpfel

Stemmeisen sind bei der Holzbearbeitung und im Möbelbau kaum wegzudenken. Egal, ob man nun damit feinste Holzverbindungen ausarbeitet oder auch einfach nur Leimreste entfernt. Die Auswahl an Stemmeisen ist inzwischen sehr groß. Sie reicht von einfachen, traditionell europäischen Modellen bis hin zu japanischen Varianten. Sogar Hybridformen zwischen beiden werden angeboten. Traditionelle englische Typen und chinesische Stemmeisen mit konischen Schneiden machen das Angebot komplett.

Für den gelegentlichen Gebrauch und für eine sinnvolle Grundausstattung reichen allerdings einfache Stemmeisen guter Qualität vollkommen aus. Es gibt komplette Sätze mit fünf oder mehr Stemmeisen, oft in einer Rolltasche oder einer Holzkiste. Diese Sätze bieten in der Regel auch eine gute Zusammenstellung der unterschiedlichen Breiten. Wenn Sie sich erst einmal weniger Stemmeisen anschaffen möchten, greifen Sie zu drei Eisen in den Breiten 8, 16 und 26 Millimeter. Damit decken Sie ein sehr breites Anwendungsspektrum ab.

Mit der Zeit werden Sie feststellen, welche zusätzlichen Breiten Sie noch benötigen und ob Sie an den vorhandenen Stemmeisen etwas stört. Dies berücksichtigen Sie dann einfach bei den Stemmeisen, die Sie sich noch nachkaufen.

Bei feinen Arbeiten werden Stemmeisen nur mit der Hand geführt und nicht geschlagen. Wenn mehr Material entfernt werden soll, schlägt man auf das Ende des Stemmeisens mit einem Hammer oder einem Klüpfel. Die Aussage, dass man keinen Eisenhammer benutzt, muss in diesem Zusammenhang ein wenig relativiert werden. Wenn das Stemmeisen am hinteren Ende des Griffes (auch Heft genannt) eine Zwinge hat, kann man es auch mit einem Hammer aus Eisen schlagen. Der als Zwinge bezeichnete Stahling verhindert,

Stemmeisen nach westlicher Bauart mit vorderer und hinterer Zwinge





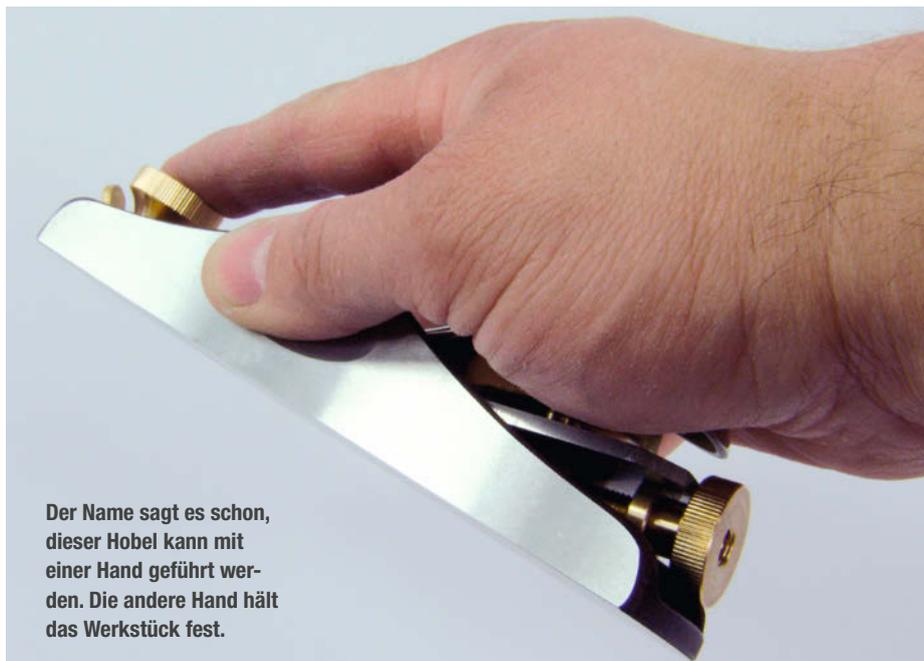
Ein solcher Bildhauerklüpfel eignet sich sehr gut zum Treiben von Stemmeisen. Unabhängig davon, ob die Eisen über eine hintere Zwinge verfügen.

## Stemmeisen, Beitel, Stechbeitel

Heißt es nun Stemmeisen, Stechbeitel oder nur Beitel? Eine ganz eindeutige Definition habe auch ich nicht gefunden. Es gibt mit Sicherheit auch regionale Unterschiede. In Werkzeugkatalogen werden die Begriffe auch nicht einheitlich verwendet. Lassen Sie sich davon nicht verwirren. Gemeint ist immer das gleiche Werkzeug. Hier bleibe ich beim Begriff „Stemmeisen“.

dass der hölzerne Griff aufplatzt und unbrauchbar wird. Stemmeisen ohne hintere Zwinge werden daher nicht mit einem Hammer aus Eisen benutzt.

Mit einem Holzhammer oder einem runden Bildhauerklüpfel können Sie sowohl auf Stemmeisen mit als auch ohne hintere Zwinge schlagen. Bildhauerklüpfel sind hier besonders



Der Name sagt es schon, dieser Hobel kann mit einer Hand geführt werden. Die andere Hand hält das Werkstück fest.

zu empfehlen, da sie aufgrund ihrer komplett zylindrischen Form sehr gut zu handhaben sind. Auch wenn sich ein solcher Klüpfel einmal in ihrer Hand verdreht, trifft er dennoch.

## Einhandhobel

Ein sogenannter Einhandhobel ist ein guter Einstieg in die Welt der Handhobel. Er eignet sich zwar nicht für die Bearbeitung von großen Werkstücken, spielt seine Stärken aber dafür an Kanten und Kleinteilen voll aus. Mit ein wenig Übung glätten Sie damit Kanten viel schneller als mit jeder Schleifmaschine. Eine kleine Fase oder Abrundung ist damit schneller angebracht, als Sie eine Oberfräse auch nur

einrichten können. Und was nicht passt, kann unter Umständen mit einem solchen Hobel sehr schnell passend gemacht werden. Meist werden Einhandhobel in Metallausführung angeboten. Das ist auch sehr sinnvoll, da man gewisse Details wie ein verstellbares Hobelmaul oder einen flachen Schnittwinkel an einem Holzhobel kaum realisieren könnte. Der Einhandhobel aus Metall, entworfen nach Vorbild des klassischen Modells „Stanley Typ 60 1/2“ ist sehr einfach einzustellen.

Mit der Schraube am Ende des Hobelei-SENS ① stellt man die Spandicke ein. Eine Drehung im Uhrzeigersinn führt dazu, dass das Hobeisen weiter aus dem Hobelkörper herausragt, der abgenommene Span wird dicker. Dreht man in die andere Richtung, so wird das Hobeisen zurückgezogen, der Span wird dünner.

Die Schraube direkt über dem Hobeisen ② fixiert dieses im Hobelkörper. Diese Schraube darf nicht zu fest angezogen werden. Die Spandickeneinstellung muss trotz angezogener Spanschraube immer noch gut zu bewegen sein.

Der offene Bereich vor der Schneide wird als Hobelmaul bezeichnet. Bei diesem Hobeltyp kann die Größe des Hobelmauls verstellbar werden. Dazu muss die vordere Schraube ③ gelöst werden, Mit dem kleinen Hebel ④ wird das Hobelmaul weiter geöffnet oder geschlossen. Für eine möglichst glatte Fläche wird das Hobelmaul nur so weit wie unbedingt notwendig geöffnet.

Es erfordert ein wenig Übung, bis Sie mit Ihrem ersten Handhobel die ersten guten Ergebnisse erzielen. Lassen Sie sich davon aber nicht abschrecken. Es lohnt sich durchaus, dass Sie sich auch in unserer modernen Zeit



Die Bedienelemente an einem Einhandhobel



Durch den speziellen Anschlag kann ein Anreißmesser an einer Kante entlang geführt werden. Und das von allen Seiten.

mit diesem klassischen Handwerkzeug aus-einandersetzen.

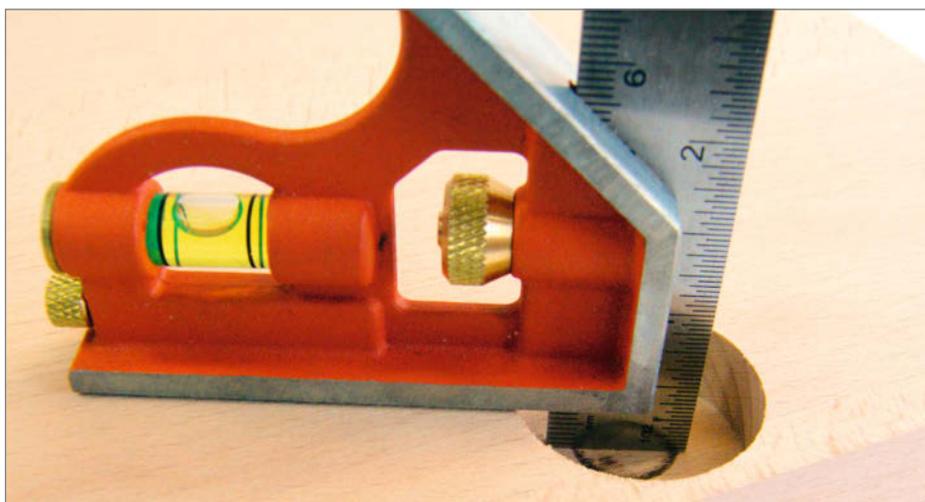
Zu Ihrem ersten Einhandhobel sollten Sie sich unbedingt auch gleich ein Ersatzhobeleisen zulegen. Der flache Schnittwinkel, mit dem dieser Hobel meist ausgeliefert wird, ist zwar ideal für die Bearbeitung von Hirnholz, aber das kommt selten vor. Mit einem steileren Schnittwinkel tun Sie sich am Anfang meist leichter. Da es keinen Sinn ergibt, das Hobeleisen ständig mit einem anderen Winkel zu versehen, ist ein zweites Hobeleisen die bessere Lösung. Dieses kaufen Sie entweder direkt im passenden Winkel (von etwa 35°) oder aber Sie schleifen es passend um.

### Anreißmesser

Mit einem Anreißmesser können Sie feine und sehr genaue Markierungen auf dem Holz herstellen – viel feiner als mit einem Bleistift jeglicher Art. Im Prinzip können Sie jedes Messer hierzu benutzen. Spezielle Anreißmesser zeichnen sich jedoch durch einen ganz speziellen Schliff und eine sehr angenehme Form des Griffes aus. Der Anschlag dieser Messer ist nur einseitig. Dadurch können sie mit der geraden Seite direkt an einer Kante entlang geführt werden. Das erhöht die Genauigkeit. Viele Anreißmesser sind spitz angeschliffen, sodass sie sowohl für Rechts- als auch für Linkshänder gut zu benutzen sind. Diese Spitze erlaubt aber auch das Anreißern in jeder beliebigen Position.

Der Nachteil eines Anreißmessers gegenüber einem Stift ist jedoch, dass das Holz durch den Anriss regelrecht beschädigt wird. Das Anreißern mit dem Messer sollte also mit Bedacht erfolgen und nur dann geschehen, wenn es sinnvoll ist. Ein Anreißmesser ist kein Ersatz für einen gut gespitzten Bleistift, sondern eine sinnvolle Ergänzung.

Ein Riss mit dem Messer erlaubt beispielsweise das Ansetzen eines Stemmeisens genau in diesem Riss. Das Stemmeisen kann dann nicht mehr verrutschen. Auch beim Umwinkeln, also dem Übertragen einer Linie von einer Werkstückfläche auf eine angrenzende Fläche, hat ein Messer viele Vorteile. Nachdem der Riss auf einer Fläche gemacht ist, setzt man die Messerschneide an die Kante, genau ins



Mit dem Kombiwinkel können Tiefen gemessen werden.

Ende des Risses. Nun wird der Winkel oder das Lineal an die flache Seite des Messers herangeschoben. Der zweite Riss kann gemacht werden. Diese Methode ist viel genauer und noch dazu einfacher als das genaue Platzieren des Winkels an einem Strich. Mehr zum Anreißern lesen Sie auch ab Seite 24.

### Kombinationswinkel

Im Vergleich zu den normalen Anschlagwinkeln kann man mit einem Kombinationswinkel viel mehr machen.

Ein Grund für diese Vielseitigkeit ist das verschiebbare Lineal. Mit einem Kombinationswinkel kann man zudem sowohl 90°-Winkel als auch 45°-Winkel messen und anzeichnen. Als Zubehörteile sind Winkelköpfe und Zentrumsfinder für die großen Modelle verfügbar. Ich möchte an dieser Stelle aber nur auf die kleine Version des Kombinationswinkels eingehen.

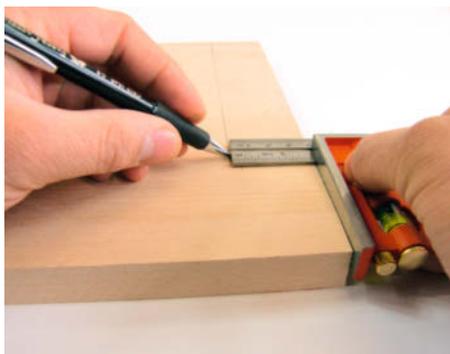
### Arbeiten mit dem Kombinationswinkel

**Tiefen messen:** Mit einem Kombinationswinkel können Sie die Tiefe einer Nut, eines Falzes oder einer anderen Aussparung messen bzw. kontrollieren. Dazu wird die Klemmung des Lineals gelöst, der Winkel aufgesetzt, das Lineal in die Vertiefung geschoben und anschließend die Klemmung wieder angezogen. Nun können sie die gemessene Tiefe an der Skala ablesen. Um hingegen zu überprüfen, ob eine Vertiefung, wie im Bild eine Bohrung, die zuvor definierte Tiefe erreicht hat, gehen Sie ein wenig anders vor. Stellen Sie den Winkel auf das gewünschte Maß ein, legen Sie den Winkel an und prüfen Sie, ob die Anschlagseite auf der Fläche und das Lineal in der Vertiefung genau aufsitzen.

**Anreißern:** Mit einem Kombinationswinkel können Sie auch eine parallele Linie zu einer bestehenden Kante ziehen oder Maße im



Ein Kombinationswinkel mit einer Länge von 150 Millimetern ist handlich und vielseitig einsetzbar.



Auf ein bestimmtes Maß eingestellt, zeichnet man sehr genau immer wieder dieses Maß an.



Durch Abtasten wird die Materialstärke, beispielsweise beim Dickenhobeln, geprüft.



Viele Kombinationswinkel eignen sich auch zum Anzeichnen von 45°-Winkeln.

## Gehrungen

Als Gehrung wird ein Winkelschnitt am Ende eines Werkstückes bezeichnet. Treffen beispielsweise zwei Werkstücke, deren Enden einen 45°-Anschnitt aufweisen aufeinander, entsteht eine 90°-Ecke. Man spricht dann davon, dass die Ecke „auf Gehrung“ gesägt wurde.

Bezug zu einer vorhanden Kante anzeichnen. Stellen Sie den Winkel auf das gewünschte Maß ein, legen Sie ihn an der Kante an und schon können Sie wiederholgenau immer wieder das gleiche Maß anzeichnen. Um eine parallele Linie zu einer bestehenden Kante zu zeichnen, legt man einen Bleistift mit der Spitze am Ende des Lineals an und führt den Winkel an der Kante entlang.

**Materialstärke prüfen:** Bei dieser Anwendung stellt man das Maß ein, das der gewünschten Materialstärke entspricht. Ist das Ende des Lineals genau bündig mit der Werk-

stückkante, stimmt die gewünschte Materialstärke. Diese Methode zum Messen und Kontrollieren funktioniert sehr gut, wenn zum Beispiel mehrere gleiche Teile gesägt oder gehobelt werden sollen.

**Gehmaß:** Durch den integrierten 45°-Anschlag ist es sehr leicht, mit dem Kombinationswinkel auch genaue 45°-Gehrungen zu messen und anzuzeichnen: eine sehr hilfreiche Funktion, wenn man beispielsweise eine Zinken- oder eine Schlitz- und Zapfenverbindung auf Gehrung absetzt. Aber auch für alle anderen Anrisse im Winkel von 45° ist diese Funktion sehr nützlich. Ebenso einfach, wie man diese Gehrungen anreißen kann, können Sie auch überprüft werden. Je nach Anwendung können Sie den 45°-Anschlag und das Lineal sogar miteinander kombinieren, was gelegentlich sehr nützlich sein kann.

Das sind nur einige Beispiele, was mit einem Kombinationswinkel möglich ist. Achten Sie beim Kauf jedoch auf Qualität und meiden Sie Ausführungen aus Aluminium. Die Genauigkeit kann hier nicht über lange Sicht gewährleistet werden. Andererseits muss es auch keine Ausführung mit gehärteten Anschlagflächen sein. Das ist im Holzbereich mit Sicherheit ein wenig übertrieben.

## Japansägen

Auch in Zeiten von elektrischen Sägen aller Art haben Handsägen noch ihre Berechtigung. Und das nicht nur dann, wenn es darum geht, Schnitte bei Holzverbindungen wie zum Beispiel Schwalbenschwanzzinken durchzuführen. Schnell mal eine Leiste abschneiden, einen überstehenden Dübel bündig abschneiden oder eine Ausklinkung machen: All das geht schnell und leise mit einer guten Handsäge.

Das Lager der Handsägen-Anwender ist in zwei Gruppen gespalten. Es gibt die Fans japanischer Sägen und dann die Freunde westlicher Sägen, welche auf Stoß schneiden. Japanische Sägen arbeiten auf Zug und können daher mit viel dünneren Sägeblättern gefe-



Dozuki



Katana



Ryoba

Dies sind die drei wichtigsten Typen der japanischen Sägen. Darüber hinaus gibt es noch einige sehr spezielle Sägen und auch noch Variationen dieser drei Grundtypen.

tigt werden. Der eigentliche Vorteil dieser Sägen ist jedoch der, dass sie gebrauchsfähig sind, wenn man sie kauft. Die traditionellen europäischen Sägen sind das oft nicht. Sie müssen erst geschärft werden – und Sägen zu schärfen ist eine Wissenschaft für sich! Wenn Sie sich also nicht auch noch mit dem Schärfen von Handsägen beschäftigen wollen, greifen Sie zu einer japanischen Säge. Diese gibt es in mehreren Ausführungen:

**Dozuki:** eine Säge mit Rücken. Die Schnitttiefe ist zwar begrenzt, dafür ist es wohl die am einfachsten zu handhabende japanische Säge.

**Kataba:** eine Säge ohne Rücken für tiefe Schnitte. Sie ist schwieriger in der Handhabung als eine Dozuki, ergänzt diese aber sehr gut.

**Ryoba:** die wohl am schwierigsten zu handhabende japanische Säge. Eine Seite hat eine Bezeichnung für Längsschnitte, die andere für Schnitte quer zur Faser. Sie hat keinen stabilisierenden Rücken.

Greifen sie für den Anfang zu einer Dozuki und einer Kataba. Es gibt diese Sägen in unterschiedlichen Zahnungen für Längs- und Querschnitte. Man kann sie aber auch mit einer Universal-Bezeichnung kaufen. Solche Bezeichnungen sind ein guter Kompromiss, wenn Sie nicht gleich zu viele verschiedene Sägen kaufen wollen. Alle diese Sägen können Sie auch in unterschiedlichen Längen erwerben. Die kompakten Sägen mit einer Blattlänge von etwa 180 Millimetern sind für die meisten Anwendungen vollkommen ausreichend. Sie verlaufen weniger als die langen Modelle und passen zudem auch noch besser in die Werkzeugkiste.

Meine Empfehlung für den Kauf der ersten Handsägen lautet daher noch etwas präziser: jeweils eine Dozuki und eine Kataba, in einer kompakten Ausführung mit Universal-Bezeichnung. Wenn Sie sich später einmal tiefer mit dem Thema Handsägen auseinandersetzen möchten, können Sie dies ja immer noch tun. Mit den genannten Sägen können Sie sich jedoch erst einmal auf das wichtigste konzentrieren. Und das ist der Umgang mit den Handsägen.

### Streichmaß

Mit einem Streichmaß können Sie einen sehr genauen Anriss parallel zu einer bestehenden Kante erzeugen. Es gibt viele unterschiedliche Bauformen. Die hierzulande bekannteste Variante ist aus Holz und hat eine Spitze, mit der die Markierung auf dem Holz erzeugt wird. Japanische Modelle hingegen haben ein Messer, welches eine sehr gut sichtbare und feine Linie im Holz erzeugt. Einige Streichmaße haben Schneidräder statt einfacher Messer. Ein Schneidrad verläuft im Holz viel weniger als eine Spitze. Gegenüber einem einfachen



Einfacher zu starten und oftmals viel handlicher sind diese kompakten Japansägen mit einer Blattlänge von 180 Millimetern.

Messer bietet das runde Schneidrad noch den Vorteil, dass es vollkommen egal ist, wie das Werkzeug gehalten wird.

Moderne Streichmaße haben sehr häufig eine Feineinstellung. Das ist praktisch und sehr komfortabel. Schließt das Messer des Streichmaßes bündig mit dem Ende des Stabes ab, an dem es montiert ist, kann man sehr gut Maße einfach abgreifen statt zu messen.

### Kleinkram

Neben den aufgeführten Werkzeugen, welche eine gute Grundausstattung darstellen, werden Sie noch einiges an „Kleinkram“ benötigen. Da es ärgerlich ist, seine Arbeit wegen

solch fehlendem Kleinkram zu unterbrechen, sollte er von vornherein an Ihrem Arbeitsplatz liegen.

**Bleistift und Spitzer:** Zum Beschriften von Bauteilen und für eher grobe Anrisse benötigt man einen Bleistift. Alle anderen Stifte, mit Tusche oder Tinte gefüllt, sind eher ungeeignet für die Arbeit auf Holz. Die Tinte zieht in die Fasern ein und ist schwer wieder zu entfernen. Der Härtegrad des Bleistifts sollte HB sein. Ein Anspitzer sollte auch immer in Griffweite liegen.

**Druckbleistift:** Zum genauen Anzeichnen besser geeignet als normale Bleistifte sind Druckbleistifte. Sie haben eine immer gleich breite Spitze und sie machen einen wesentlich



Ein klassisches Streichmaß aus Holz (hinten) erzeugt keinen so feinen und präzisen Riss wie ein modernes Streichmaß (vorne) mit rundem Messer und Feineinstellung.

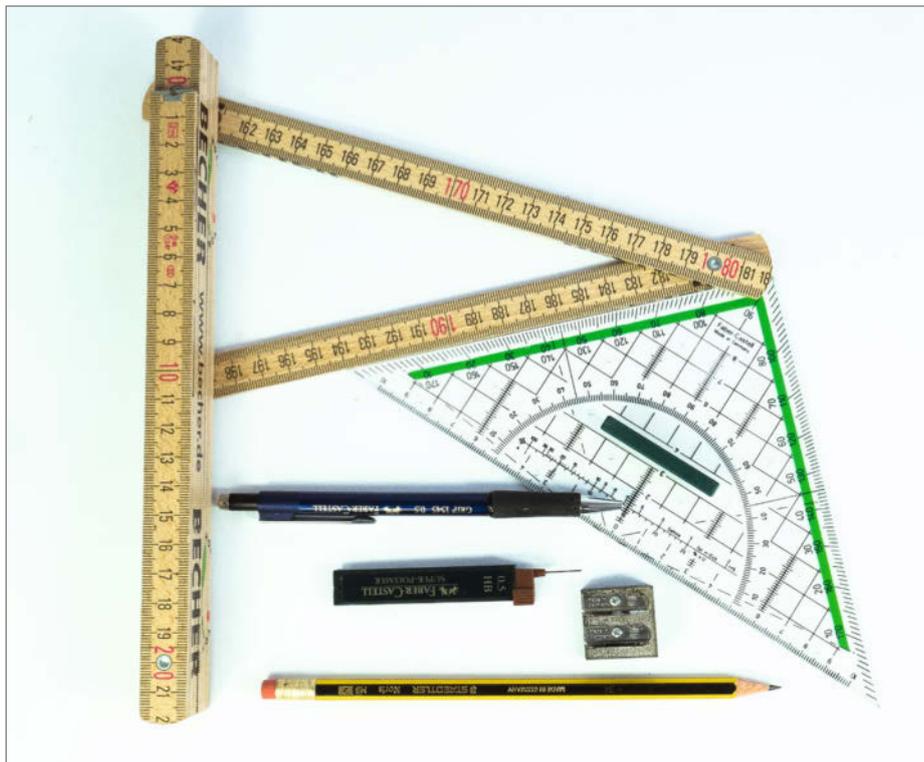
## Was bedeutet „Anreißen“?

Der Begriff „Anreißen“ wird oft gleichgesetzt mit „Anzeichnen“. Beim Anzeichnen, zum Beispiel mit einem Bleistift, wird das Holz jedoch nicht beschädigt. Beim Anreißen erzeugt man hingegen mit einem Streichmaß oder einem Anreißmesser kleine Beschädigungen im Holz. Diese Beschädigungen bezeichnet man als „Risse“. Sie müssen später wieder entfernt werden. In der Praxis bedeutet dies, dass man sie durch Hobeln oder Schleifen der betroffenen Flächen entfernt.

feineren Strich als ein herkömmlicher Bleistift. Die Minenstärke sollte 0,5 Millimeter betragen. 0,7 Millimeter sind bereits zu dick und dünnere Minen brechen auf Holz zu schnell. Der Härtegrad, der sich auf Holz gut bewährt hat, ist HB. Zu harte Minen hinterlassen keinen gut sichtbaren Strich auf Holz, zu weiche brechen schnell ab.

**Zeichendreieck:** Auch Geodreieck genannt. Es ersetzt erst einmal einen teuren Winkelmesser und man kann mit ihm auch an kleinen Werkstücken sehr genau anzeichnen. Sie werden es zu schätzen lernen.

**Gliedermaßstab:** Meist Zollstock oder einfach nur Meterstab genannt; er gehört in jede



Vom Büro in die Werkstatt. Es müssen nicht immer Spezialwerkzeuge sein.

Werkzeugkiste. Achten Sie aber auch hier auf Qualität. Die Gelenke sollten noch nicht zu verbraucht sein und die Beschriftung muss noch gut erkennbar sein.

**Leim und Pinsel:** Natürlich benötigt man Holzleim. Für die meisten Anwendungen

reicht ein ganz einfacher D2-Leim. Er besteht aus Wasser und Polyvinylacetat (PVAC) und ist als Weißleim bekannt. Für die meisten Projekte muss er nicht wasserfest sein, das wäre dann ein D3- oder D4-Leim. Sie werden sicherlich keine großen Mengen benötigen. Eine gefüllte Leimflasche oder ein Gebinde mit maximal einem Kilogramm Leim ist vollkommen ausreichend. Denn Leim ist nur begrenzt haltbar. Zum Verteilen des Leims eignet sich ein Borstenpinsel sehr gut. Kürzen Sie die Borsten etwas, damit der Leim sich damit gut verteilen lässt. Nach der Arbeit weichen Sie den Pinsel in einem Marmeladenglas mit Wasser gut ein und trocknen ihn anschließend wieder gut ab.

**Küchenrolle:** Unverzichtbar in der Werkstatt sind Baumwolltücher (alte T-Shirts) oder eine Küchenrolle. Leim abwischen, Werkzeuge einölen, überflüssiges Öl entfernen, Werkzeuge nach dem Schärfen trocknen – all das erledigen Sie damit.

**Klebeband:** Vor allem doppelseitiges Klebeband ist oft ein Problemlöser schlechthin. Sie fixieren damit Teile, die wieder gelöst werden sollen, bauen damit Schablonen, fixieren Kleinteile beim Bearbeiten und vieles mehr. Mit transparentem Klebeband können Sie Bauteile verleimen und andere Teile (zum Beispiel Leimzulagen) vor anhaftendem Leim schützen.

**Messer:** Irgendetwas gibt es immer mal abzuschneiden. Legen sie sich daher ein Taschenmesser oder ein Messer mit Abbrechklingen (Cuttermesser) in Ihre Werkzeugkiste. Sie werden es brauchen. —pek



Immer wieder nützlich: Klebeband, Messer, Marmeladenglas, Pinsel und Dosierflasche

# Hannover

# Maker Faire®

**11. & 12. September 2021**  
Hannover Congress Centrum

**Früh buchen und  
ab 980 €  
als Aussteller  
mit dabei sein!**

TECHNOLOGIE.  
INNOVATION.  
COMMUNITY.

# Wie morgen, nur heute.

**Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der  
Maker Faire, entdecken Sie neue Talente, Ideen und  
bereichern Sie Ihre Unternehmenskultur.**

Die Maker Faires sind die wichtigsten Plattformen der Maker-Szene. Als Aussteller präsentieren Sie sich technologiebegeisterten Menschen, treffen potentielle Mitarbeiter und schwimmen in einem Ideen-Pool. Sprechen Sie uns an, um schon bald die Unternehmenskultur von morgen zu leben.



**Ihr Ansprechpartner**

**Marcel Ossenkop**

Sales Account Manager

Tel.: +49 511 5352-133

maos@maker-media.de

## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

[www.maker-faire.de/Aussteller](http://www.maker-faire.de/Aussteller)

© Copyright by Maker Media GmbH

# Werkzeug schärfen

Die Schneide von Handwerkzeugen wie Stemmeisen und Hobeln werden früher oder später stumpf. Mit scharfem Werkzeug arbeitet es sich aber nicht nur leichter und sicherer, sondern auch deutlich präziser. So bringen Sie Ihre Schneidwerkzeuge wieder in Top-Form.

von Vic Tesolin



Über das Thema Schärfen ist schon viel zu viel geschrieben worden. In den Internetforen der Holzwerker findet man Hinweise zu den kleinsten Details, aber die Grundlagen scheinen aus dem Blick geraten zu sein. Eigentlich ist es ganz einfach: Alles, was scharf ist, hat zwei ebene und glatte Flächen, die an einer Schneide zusammentreffen. Es kommt nicht darauf an, wie man diese Schneide herstellt – ob mit einer Maschine oder mit einem Wasserstein, ob man eine Vorrichtung verwendet oder nicht – das Ziel bleibt das gleiche. Es gibt Menschen, die sich so ausgiebig über das Schärfen auslassen, dass man ganz vergisst, dass sie eigentlich Holz bearbeiten. Ich befürchte, sie vergessen das manchmal auch selbst. Mein Ziel ist einfach: Das Werkzeug scharf machen, um wieder Holz zu bearbeiten.

### Kurzinfo

- » Werkzeuge schärfen und instand halten für Praktiker
- » Genau erklärt: Schleifen – schärfen – abziehen
- » Nützliches Hilfsmittel bei Wassersteinen: Der Schleifeimer

### Mehr zum Thema

» Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Einfach Holzwerken!“ von Vic Tesolin, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)



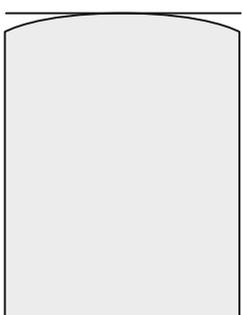
### Hobeisenformen



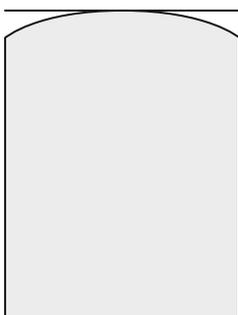
Runde Eisennecken



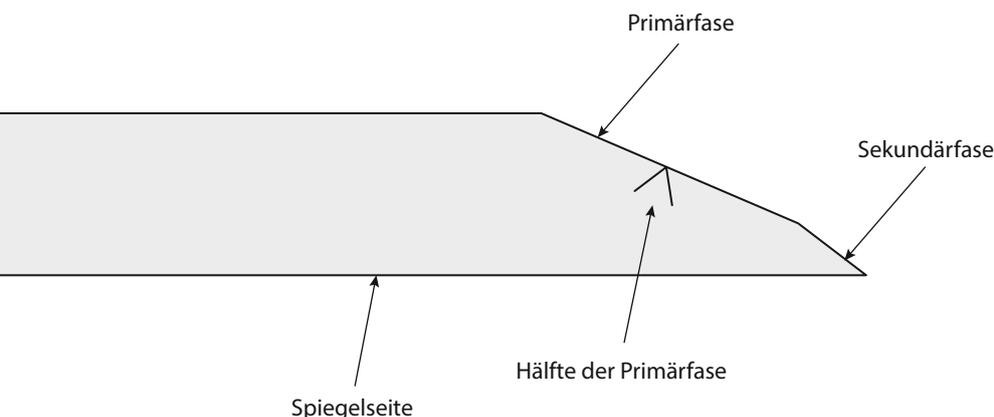
Scharfe Eisennecken



Leicht balliges Eisen



Stark balliges Eisen



### Terminologie

Unabhängig vom Werkzeug, das man schärft, lässt sich der Vorgang in drei grundlegende Schritte unterteilen:

**1. Schleifen:** In dieser ersten Phase wird die Geometrie der Schneide festgelegt.

**2. Schärfen:** Im zweiten Schritt wird die Schneide geschärft. Bei Werkzeugen, die für grobe Arbeiten verwendet werden – Äxte, manche Hobel –, kann man nach diesem Schritt aufhören.

**3. Abziehen:** Die abschließende Bearbeitung der Schneide, um sie für feinere Arbeiten und saubere Schnitte herzurichten.

**Gerade Fase:** Eine gerade Fase erreicht man auf manchen Schleifwerkzeugen wie stationären Schleifsteinen, Schleifpapier auf Glas oder einer waagrecht laufenden Schleifscheibe in einer Schleifmaschine.

**Hohlfase:** Eine konkave Fase entsteht beim Schleifen an einer senkrecht stehenden Schleifscheibe in einer Schleifmaschine.

**Primäre Fase:** Stellen Sie sich die Primärfase als Ausgangspunkt vor. Wenn man ein Werkzeug wiederholt geschärft hat oder falls die Schneide beschädigt worden ist, kehrt man zu dieser primären Fase zurück. Sie wird während des Schleifens angearbeitet.

**Sekundäre Fase (oder Mikrofase):** Ein schmaler Streifen an der Schneide, der steiler angeschliffen ist als die Primärfase. Die Mikrofase dient nur der Zeitersparnis beim Abziehen der Schneide.

### Herstellen der Primärfase

Ich verwende in meiner Werkstatt eine Schleifmaschine mit 150mm-Schleifscheibe, weil sie schnell und effizient arbeitet. Falls Sie keine Schleifmaschine besitzen, können Sie natürlich auch mit einem Schleifstein in 220er Körnung arbeiten. Ich schleife meine Schneiden alle mit einer Primärfase von 25°, damit ich die



Mit einer guten Schleifscheibe und einigen Zubehörteilen lassen sich an einer einfachen Schleifmaschine alle Schärfarbeiten ausführen, die in einer typischen kleinen Werkstatt anfallen.



Schaffen Sie sich eine gute Werkzeugauflage an, da die serienmäßig mit den meisten Schleifmaschinen gelieferten vollkommen unbrauchbar sind. Man braucht eine stabile Auflage, die sich nicht verstellt.



Mit einem Schleifstein werden etwa 25mm der Spiegelseite abgerichtet. Wenn die Schleifspuren hier ein gleichmäßiges Muster ergeben, ist der Abschnitt eben.

Einstellung der Werkzeugauflage an der Schleifmaschine nicht verändern muss. Außerdem kann ich so sicher sein, dass ich immer die gleiche Schneidengeometrie erhalte. Eine Primärfase schleife ich nur an, wenn die Sekundärfase sich über die Hälfte der Primärfase erstreckt oder wenn ich die Schneide so beschädigt habe, dass die Wiederherstellung sehr viel Arbeit erfordert.

### Die Spiegelseite abrichten

Denken Sie daran, dass eine scharfe Schneide entsteht, wenn zwei Flächen aufeinandertreffen. Genauso wichtig wie die Fase ist die andere Fläche, die sogenannte Spiegelseite. Wenn Sie den Fasenwinkel an der Schleifmaschine festgelegt haben, stellen Sie mit einem

Schleifstein oder einem anderen Schleifmittel Ihrer Wahl sicher, dass die Spiegelseite eben ist. Dabei muss nicht die gesamte Spiegelseite abgerichtet werden – etwa 25mm am unteren Ende der Klinge oder des Eisens reichen vollauf. Wenn man diesen Abschnitt mit Permanentmarker schraffiert, kann man gut erkennen, wann er eben abgerichtet ist, weil dann die Schraffur verschwunden ist. Ich beginne dabei mit einem 3000er Stein und arbeite mich dann bis zu einer Körnung von 10000 für das abschließende Polieren hoch.

### Die Sekundärfase abziehen und polieren

Um die Schneide abzuführen und zu polieren, verwende ich meine japanischen Wassersteine

## Mit Schleifhilfe oder ohne?

Ein anderes Thema, das zu heißen Diskussionen Anlass gibt, ist die Verwendung von Schleifhilfen. Ich selbst verwende beim Schleifen meist eine Schleifhilfe, da ich so innerhalb kurzer Zeit vorhersehbare Ergebnisse erziele. Dann kann ich mich mit einer zuverlässigen Schneide wieder dem Holz zuwenden. Ich habe in der Schule gelernt, wie man mit der Hand schärft, habe aber diese Methode aufgegeben, weil es zu schwierig ist, die Schneidengeometrie beizubehalten. Der Fasenwinkel wird dabei meist bei wiederholten Schleifvorgängen immer etwas kleiner. Ich halte das Schärfen mit der Hand für eine romantische Vorstellung, mit der sich gegenüber anderen Holzwerkern vielleicht angeben lässt, auf die man aber verzichten sollte, wenn man wirklich arbeiten will. Dann sollte man zu einer Schleifhilfe greifen.

Ich habe im Laufe der Zeit schon einige Schleifmethoden ausprobiert; entschieden habe ich mich dann für diese.





1 Das Eisen wird in die Schleifhilfe (oft auch Schleifführung oder Schärfhilfe genannt) eingespannt und auf den gewünschten Winkel eingestellt.



2 Beim Abziehen müssen sowohl die Walze der Hilfe als auch die Fase des Eisens auf dem Schleifstein aufliegen, während man das Eisen darüber hin und zurück führt.



3 Nach dem Abziehen der Fase wird das Eisen umgedreht und man nimmt mit wenigen Strichen über den Stein den Grat an der Spiegelseite ab – auf dem feinsten Schleifstein.

und eine Vorrichtung, in der ich das Eisen einspanne. Meist kennzeichne ich den Fasenwinkel mit Permanentmarker an der Klinge oder dem Eisen. Es dauert kaum eine halbe Minute und man hat das Eisen in der Schleifhilfe ein-

gespannt 1. Dann geht es zu den Schleifsteinen. Die Sekundärfase wird mit einem 3000er Stein abgezogen, der Stein, mit dem ich dann poliere, kann eine Körnung von bis zu 10000 aufweisen 2.

Wenn die Mikrofase hinreichend abgezogen und poliert ist, sollten Sie auf der Spiegelseite einen kleinen Grat spüren. Dieser Grat muss dann nur noch mit einigen Strichen auf Ihrem feinsten Schleifmittel abgezogen wer-

# C++20: Was Entwickler wissen müssen!

NEU  
im heise shop

Auch digital als PDF!



## ix DEVELOPER Modernes C++

Noch in diesem Jahr soll **C++20** erscheinen, der neue Standard für C++. Das ix-Sonderheft stellt die **zentralen Features** des Standards vor und liefert einen spannenden Einblick in die **vier großen Neuerungen**. Zusätzlich gibt das Heft eine Übersicht zur Kernsprache, der Bibliothek und Concurrency. ix-Artikel der letzten 2 Jahre zu C++ geben außerdem einen umfassenden Überblick für Entwickler.

[shop.heise.de/ix-dev-c++20](http://shop.heise.de/ix-dev-c++20)

Einzelheft für nur

14,90 € >

heise shop

[shop.heise.de/ix-dev-c++20](http://shop.heise.de/ix-dev-c++20) >

➤ Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

den ③. Dann kann man das Eisen aus der Schleifhilfe nehmen und weiter arbeiten.

### Nehmen Sie sich etwas Zeit für die Werkzeugpflege

Stechbeitel sind recht einfach zu pflegen. Hobel sind auch relativ einfache Werkzeuge, aber sie weisen doch einige bewegliche Bestandteile auf, die man instand halten sollte. Wenn man den Hobel sowieso schon auseinandergenommen hat, um das Eisen zu schärfen, kann man auch gleich etwas Werkzeugpflege betreiben. Es ist viel besser, eine Minute in vorbeugende Pflege zu investieren, als eine Stunde für Instandsetzung aufwenden zu müssen. Ich führe die folgenden Schritte jedes Mal aus, wenn ich schärfe, um sicher zu gehen, dass ich sie nicht längere Zeit vergesse.

- Metallflächen werden von Flugrost gesäubert und geölt.
- Das Hobelinnere wird von Holzstaub und Verschmutzungen gereinigt.
- Alle Einstellmechanismen werden gesäubert und geölt.
- Alle Kanten am Hobelkorpus werden auf Dellen überprüft. Diese werden gegebenenfalls beseitigt.

Diese Arbeiten dauern nur einige Minuten, aber Ihr Werkzeug wird es Ihnen danken. Nach der Werkzeugpflege kommt dann das Vergnügen – das Arbeiten mit Holz. —pek



Scheuen Sie sich nicht, Ihren Hobel zu demontieren, um ihn instand zu halten.



Ein Pinsel ist nützlich, um Späne zu entfernen, die sich im Hobelinneren angesammelt haben.



Der Einstellmechanismus und alle anderen beweglichen Teile werden leicht geölt.



Auch alle Gewinde erhalten etwas Öl, um sie leichtgängig zu machen.

## Mein Schärfeimer

Mein Schärfeimer macht den Umgang mit Wassersteinen leicht. Wassersteine können eine recht schmutzige Angelegenheit sein, und es kann schwierig sein, nicht die gesamte Umgebung anzufeuchten. Ich lagere meine Schleifsteine in einem wassergefüllten Eimer, sodass sie immer einsatzbereit sind.



Es ist leicht, die Steine abzurichten, indem man sie einfach über dem Eimer hält und bei Bedarf ins Wasser taucht. Ich habe eine Brückenhalterung hergestellt, die ich auf den Eimerrand lege, damit der Stein während der Arbeit gehalten wird. Diese Brücke erlaubt es, die Steine einfach mit Wasser zu spülen, ohne sich Sorgen darüber machen zu müssen, dass man ringsum alles nass macht. Wenn die Steine nicht mehr gebraucht werden, nehme ich die Brücke ab und lege den Deckel des Eimers wieder auf.



Wenn man die Wassersteine über einem einfachen 20-l-Eimer auflegt, werden Hobelbank und Werkstatt nicht vom Wasser in Mitleidenschaft gezogen.

Die Auflagebrücke ist an den Enden mit einfachen Holzfüßen versehen, um sie an Ort und Stelle zu halten. Die Auflage ist an der Oberseite mit Gummi beklebt, um den Stein zu halten.

# TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPASS!



Spannende  
Unterrichts-  
materialien  
GRATIS

## Make: *Education*

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schrittanleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden  
Schulen



Digital zum Downloaden



Fächerübergreifend



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden: [make-magazin.de/education](https://make-magazin.de/education)

© Copyright by Maker Media GmbH.

# Sägebank und Sägebock

Wie schon ab Seite 46 entstehen auch hier aus Holz praktische Helfer für die Holzwerkstatt. Sägebank und Sägebock sind ein gutes Einsteigerprojekt, bei dem man eine Menge über Verbindungen wie Zapfen lernt.

von Vic Tesolin



**W**enn man eine Sägebank und einen Sägebock baut, hat man schon einen guten ersten Schritt zur Ausstattung einer minimalistischen Holzwerkstatt unternommen. Die Bank macht sich beim Sägen und zahllosen anderen Arbeiten nützlich. Der Bock macht die Sägebank vielseitiger, weil man mit ihm lange Bretter abstützen kann. Der hier vorgestellte Bock ist außerdem so bemessen, dass er unter die Sägebank geschoben werden kann und dann keinen Platz mehr einnimmt.

Nicht nur das Sägen wird mit der Bank zum Vergnügen. Sie ist auch eine gute Arbeitsfläche für Montagen, hat genau die richtige Höhe, um mit der Bohrwinde zu bohren, und man kann sie sogar als Sitzgelegenheit nutzen, wenn man zwischendurch einmal nachdenken muss. Die Verbindungen, die an den beiden Werkstücken angearbeitet werden müssen, sind nicht sehr schwierig, aber man lernt bei ihnen eine ganze Menge.

Die Oberkante des Sägebocks hat die gleiche Höhe wie die der Sägebank, damit zwischen den beiden Teilen aufgelegte Werkstücke waagrecht liegen. Die Sägebank weist einen Mittelschlitz auf, um Schnitte auf Breite zu erleichtern. Wie man die Sägebank zusammen mit dem Sägebock benutzt, zeige ich am Ende dieser Bauanleitung.

*Anmerkung der Make-Redaktion: Die folgende Anleitung zeigt Schritt für Schritt, wie man Sägebank und Sägebock rein mit Handwerkzeug anfertigt und dabei mit einer rohen Bohle beginnt. Wer lieber mit Maschinen arbeitet und fertig gehobeltes Holz verwendet, kann die Holzteile laut Stücklisten zuschneiden und dann direkt mit Schritt 13 bei der Sägebank beginnen. Da die meisten Maße nicht in Millimetern ab-*

### Kurzinfo

- » Bank als stabile Unterlage beim Sägen
- » Bock stützt lange Werkstücke beim Sägen
- » Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Nachbau nur mit Handwerkzeug

### Material

- » **Astreines Nadelholz** (siehe Stückliste) alternativ fertig gehobelte Ware oder Leimholz
- » **Holzschrauben** 40mm

### Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel stammt aus dem Buch „Einfach Holzwerken!“ von Vic Tesolin, erschienen bei HolzWerken (ausführliche Beschreibung des Buches siehe Seite 136)

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xagy](http://make-magazin.de/xagy)

### Werkzeug

- » **Rückensäge und Fuchsschwanz** oder Japansägen, alternativ Hand- oder Tischkreissäge
- » **Laubsäge** alternativ Stichsäge
- » **Putzhobel und Kurzraubank** optional, falls als Material fertig gehobeltes Holz dient und Sägekanten geschliffen werden
- » **Simshobel**
- » **Streichmaß, Zirkel und Lineal**
- » **Bohrwinde und Schlagenbohrer** Durchmesser 3mm, 6mm und 20mm; alternativ Bohrmaschine und Holz- bzw. Forstnerbohrer
- » **Stechbeitel** siehe auch Seite 75
- » **Klüpfel**
- » **Schraubendreher**
- » **Weißleim** Holzleim/PVAC-Kleber
- » **Zwingen**
- » **Klebeband**

gemessen, sondern direkt an den Bauteilen abgenommen und angezeichnet werden, ist es auch nicht kritisch, wenn das eigene Material ein wenig dicker oder dünner ist als die vorgesehenen 20mm. Der Autor geht selbst bevorzugt so vor und misst etwa beim Zuschnitt der Säge-

bankteile in der Anleitung kaum etwas aus, sondern ermittelt die Breiten der Tischplatten und der Stege durch Teilen eines Ausgangsbretts von etwa 30cm Breite. Die Maße der hier gezeigten Konstruktion lassen sich gut variieren und daher den eigenen Vorstellungen anpassen.

### Stückliste – Sägebank

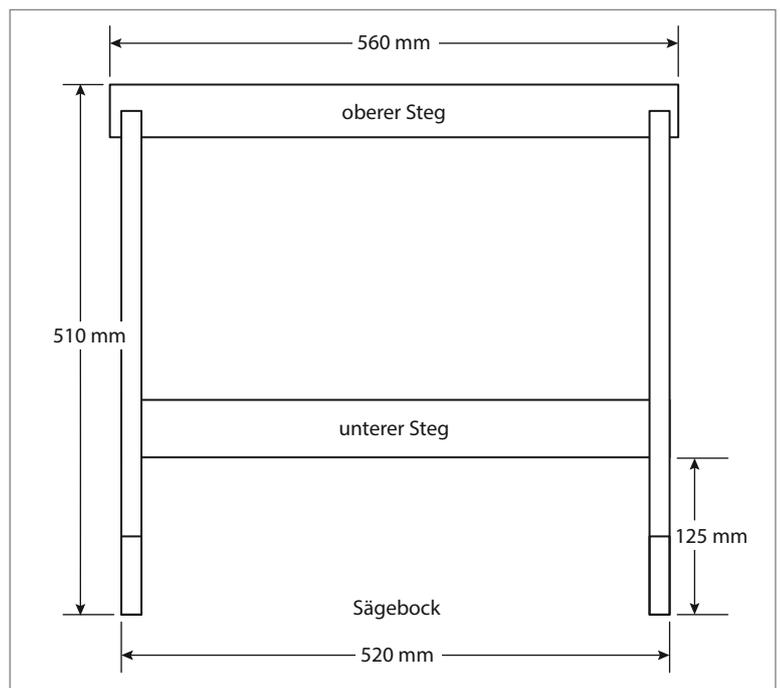
Bezeichnung	Anzahl	Länge	Breite	Dicke
Platte	2	600	140	20
Bein	2	490	265	20
Steg	4	560	75	20

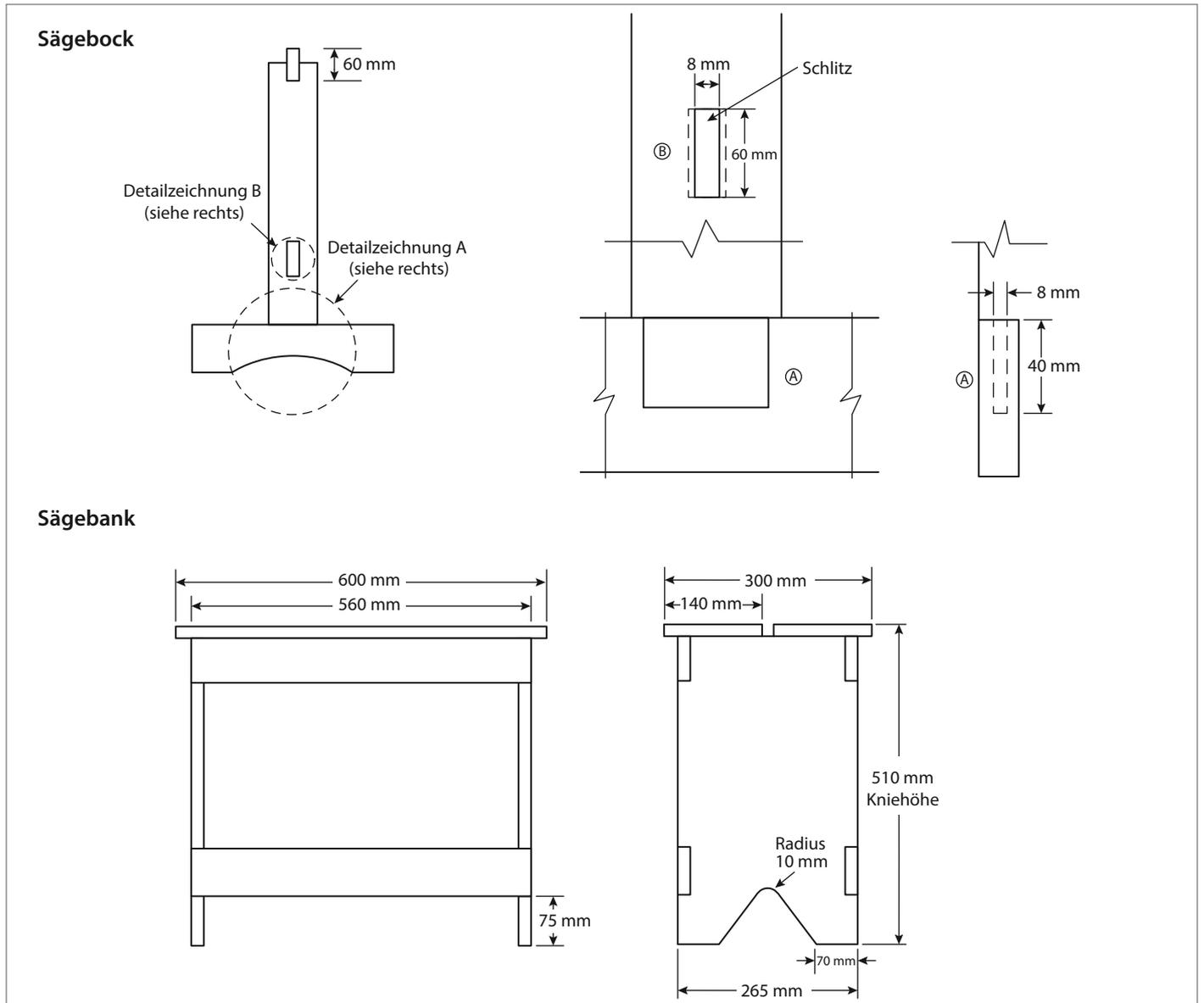
alle Maße in Millimeter

### Stückliste – Sägebock

Bezeichnung	Anzahl	Länge	Breite	Dicke
Fuß	2	300	60	20
oberer Steg	1	560	60	20
unterer Steg	1	520	60	20
Bein	2	460	60	20

alle Maße in Millimeter





## Sägebank

### Bauteile aushobeln

1 Reißen Sie alle Bauteile auf dem Rohmaterial an und unterteilen Sie das Brett in kleinere, leichter zu handhabende Elemente. Reißen Sie zuerst die Länge der beiden Beine quer über die Breite des Bretts an.

2 Die Platte wird angerissen, indem man die Breite des Bretts mit Hilfe des Lineals halbiert. Reißen Sie dann die Stege an, indem Sie die Brettbreite mit dem Lineal vierteln. Sie können sich die Rechenarbeit ersparen, indem Sie das Lineal diagonal über das Brett legen, bis eine Zentimereinteilung (etwa: 24) bei einem leicht durch vier teilbaren Wert anliegt. Bei den dazwischen liegenden Werten (im Beispiel also 6, 12 und 18) werden dann die Viertel markiert.





3 Vergessen Sie nicht, jedes Bauteil so zu kennzeichnen, dass Sie auf den ersten Blick sehen, wo es hingehört.

### Alle Bauteile zuschneiden

4 Führen Sie zuerst alle Ablängschnitte aus, um leichter zu handhabende, kürzere Teile zu erhalten.

5 Richten Sie jeweils eine Kante des Bauteils ab, bevor Sie es auf Breite schneiden. Die Kurzraubank ist für diese Arbeit gut geeignet.

6 Legen Sie das Material auf eine ebene Fläche und sägen Sie es auf Breite.

7 Die Sägefuge kann dazu neigen, sich hinter dem Sägeblatt wieder zu schließen.

Stecken Sie einen Keil in die Fuge, um dies zu verhindern.

8 Hobeln Sie alle Bauteile mit der Kurzraubank oder dem Putzhobel, um die Säge-spuren zu entfernen.

9 Bringen Sie auf allen Bauteilen Tischler-dreiecke als Markierung an, um bei den weiteren Arbeiten ihre Zuordnung erkennen zu können.

10 Reißen Sie die Endlänge mit dem Winkel und einem Anreißmesser an.

11 Legen Sie eine Sägekerbe am Riss an, in die Sie das Sägeblatt einlegen können (siehe auch Seite 26).

12 Achten Sie beim Absägen des Ver-schnitts darauf, dass das Sägeblatt senkrecht zur Fläche des Bauteils steht.

### Verbindungen an den Beinen anreißen

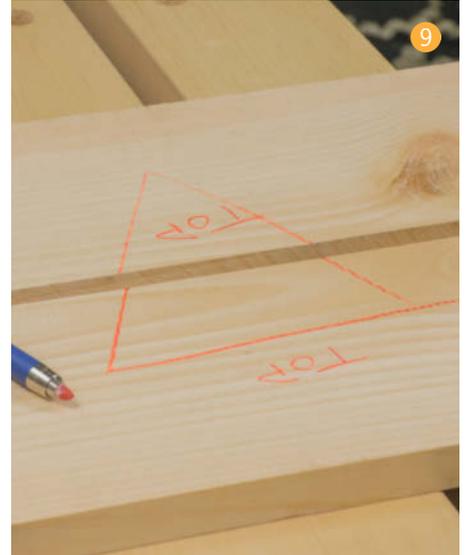
13 An den Beinen wird die Breite der Stege angerissen, indem man diese als Schablone auf die Beine legt. Reißen Sie die Breite mit einem Messer an und ziehen Sie den Riss mit einem Bleistift nach, um ihn besser sichtbar zu machen.

14 Stellen Sie das Streichmaß auf die Stär-ke des Stegs ein.

15 Reißen Sie die Stärke des Stegs auf dem Material für die Beine an.

16 Die Stärke wird auf beiden Seiten ange-rissen und die Risse werden mit dem Winkel und einem Anreißmesser mit der Kante verbunden.

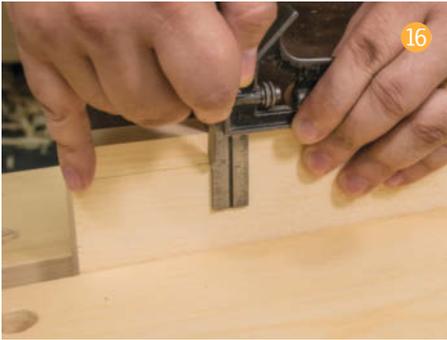


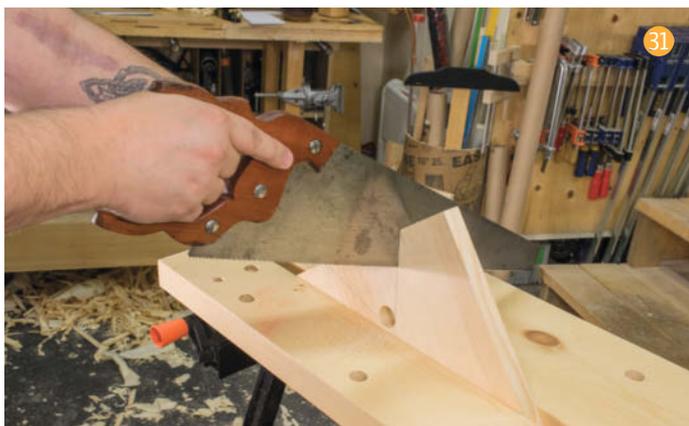


### Zuerst alles anreißen

Reißen Sie alle Verbindungen an, bevor Sie damit beginnen, sie anzuschneiden. Das Anreißen läuft dann glatt von der Hand und Sie müssen sich nicht damit plagen, einen Winkel an einem Stück Holz anlegen zu wollen, das Sie zuvor schon abgesägt haben.







17 Schraffieren Sie den Verschnitt mit dem Bleistift, um sicherzustellen, dass Sie auf der richtigen Seite des Risses sägen.

### Die Ausschnitte an den Beinen anreißen

18 Markieren Sie an der Unterkante der Beine die Mittellinie. Stellen Sie dann den Kombiwinkel auf die Breite des Stegs ein. Ziehen Sie in dieser Entfernung parallel zur Unterseite eine waagerechte Linie durch die Mittellinie. Tragen Sie dann mit dem Bleistift von beiden Seiten des Beins die Breite des Stegs zur Mitte hin ab.

19 Zeichnen Sie mit dem Zirkel die obere Hälfte eines 20mm-Kreises um den Schnittpunkt der Mittellinie und der waagerechten Linie.

20 Zeichnen Sie Tangenten von den Markierungen an der Unterkante bis zum Kreis.

### Die Ausklinkungen für die oberen Stege schneiden

21 Sägen Sie mit der Rückensäge bis zur Tiefe der Ausklinkungen an den Beinen ein.

22 Spannen Sie das Material ein und sägen Sie mit dem Fuchsschwanz den zweiten Schnitt der Ausklinkung.

23 Der Verschnitt fällt von allein ab.

24 Gegebenenfalls können Sie jetzt mit dem Stechbeitel nacharbeiten. Führen Sie dazu lange schälende Schnitte aus, um die Verbindung bis zu den Schnitten zu verputzen.

### Die Ausklinkungen für die unteren Stege schneiden

25 Sägen Sie mit der Rückensäge die Brüstungen bis zur Tiefe der Ausklinkung ein. Entfernen Sie dann den Großteil des Verschnitts mit der Laubsäge. Sägen Sie nicht ganz bis zum Riss, der Grund der Ausklinkung wird später nachgearbeitet.

26 Legen Sie das Material flach auf die Arbeitsfläche und stechen Sie den Grund mit dem Beitel nach. Arbeiten Sie langsam, damit Sie nicht über den Riss hinausschneiden.

27 Stechen Sie zuerst von einer Seite bis zur halben Stärke des Materials ein, dann von der anderen Seite. So erhalten Sie saubere Schnittkanten.

28 Die fertigen Ausklinkungen werden mit dem Stechbeitel verputzt.

### Die Ausschnitte an den Beinen schneiden

29 Stechen Sie im Mittelpunkt des Kreises mit einer Ahle eine Vertiefung.

30 Bohren Sie mit der Bohrwinde und einem 20mm-Schlangebohrer ein Loch an dieser Stelle.

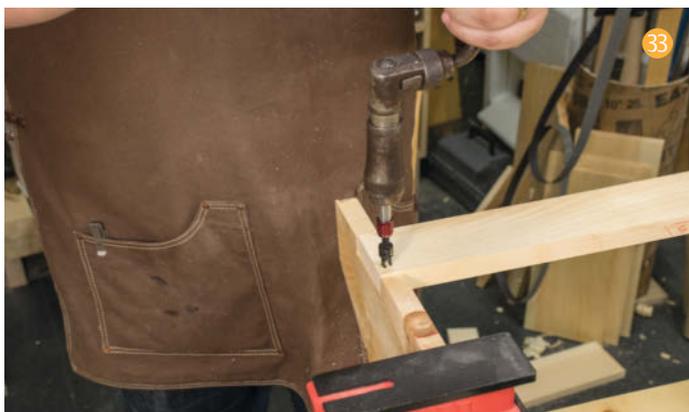
31 Sägen Sie an den Rissen entlang den Verschnitt frei. Mir fällt das leichter, wenn ich das Brett neige, sodass ich den Schnitt senkrecht führen kann.

32 Verputzen Sie die Sägeschnitte gegebenenfalls mit der Feile.

### Stege und Platten anbringen

33 Stecken Sie den oberen und unteren Steg trocken (also ohne Leim) in ein Bein ein und bohren Sie 3mm-Führungslöcher für die Schrauben. Geben Sie dann Leim an die Verbindungen an, stecken Sie die Stege wieder ein und befestigen Sie sie mit Schrauben. Wiederholen Sie den Vorgang am zweiten Bein.

34 Markieren Sie an beiden Beinen oben die Mittellinie. Bringen Sie in 12mm Entfernung von der Mittellinie auf beiden Seiten eine Markierung an. Stellen Sie sicher, dass der Überhang der Platten an beiden Enden gleich ist, wenn sie an der Markierung angelegt werden. Wenn die Platten in der richtigen Position liegen, bohren Sie Führungslöcher und schrauben Sie die Platten an. Die Platten werden nicht mit dem Gestell verleimt, damit man sie leichter auswechseln kann, wenn sie Verschleißerscheinungen zeigen.



# Sägebock

## Alle Bauteile vorbereiten und Schlitz in die Füße schneiden

1 Reißen Sie alle Bauteile auf dem Material an. Sägen Sie sie dann grob aus und bringen Sie sie mit dem Hobel auf Maß. Konzentrieren Sie sich dann auf die Füße. Reißen Sie mit dem Winkel und einem Anreißmesser auf der Oberseite die Schlitz mit den Abmessungen 8mm x 50mm an.

2 Die Breite des Schlitzes wird mit dem Streichmaß angerissen. Reißen Sie von beiden Seiten her an, damit der Schlitz mittig im Bauteil liegt.

3 Mit einem Stück Klebeband lässt sich am Bohrer die Bohrtiefe (40mm) leicht markieren. Entfernen Sie den Verschnitt für den Schlitz grob durch mehrere Bohrungen mit einem 6mm-Schlangebohrer.

4 Stechen Sie die Brüstungen mit dem Beitel bis zu den Rissen senkrecht nach. Wenn dann auch die Enden rechtwinklig nachgestochen sind, ist der Schlitz fertig.

## Die Zapfen an den Beinen anreißern

5 Ermitteln Sie die Tiefe des Schlitzes mit dem Kombiwinkel.

6 Stellen Sie das Streichmaß auf 1-2mm weniger als diese Tiefe ein. So stellen Sie sicher,

dass der Zapfen nicht auf den Grund des Schlitzes trifft und dass sich die Verbindung schließt.

7 Reißen Sie die Brüstungen mit dem Streichmaß an.

8 Wenn Sie eine Sägekerbe einstecken, wird der Schnitt genauer.

9 Stellen Sie ein zweites Streichmaß für die Wangen ein. Reißen Sie sie zu dieser Zeit mit geringem Übermaß an. Sie werden später nachgearbeitet, um eine perfekte Passung zu erreichen.

## Die Zapfen an den Beinen anschnitten

10 Die Zapfen werden angeschnitten, indem man zuerst die Brüstungen sägt.

11 Spannen Sie das Bauteil senkrecht ein und sägen Sie die Wangen frei.

12 Überprüfen Sie die Passung und arbeiten Sie sie nach, falls nötig. Schneiden Sie die Zapfenwangen mit dem Simshobel nach, bis sich die Zapfen mit leichtem Druck in die Schlitz schieben lassen.

13 Achten Sie darauf, von beiden Wangen gleich viel Material abzunehmen, damit der Zapfen mittig steht.

14 Die kurzen Brüstungen werden angerissen, indem man den Zapfen auf das geschlitzte Teil legt und die Breite des Schlitzes auf den Zapfen überträgt.

15 Diese Markierungen werden mit dem Winkelauf die Wangen umgewinkelt. Dann wird bis zur Zapfenbrüstung senkrecht eingesägt.

16 Spannen Sie das Stück um und schneiden Sie die Brüstung. Kontrollieren Sie die Passung der Verbindung und arbeiten Sie sie nötigenfalls nach.

## Die Schlitz für den unteren Steg anreißern und schneiden

17 Reißen Sie in 65mm Entfernung von der Zapfenbrüstung am Fußende eine Linie quer über das Bein. Richten Sie den Steg an diesem Riss aus und verwenden Sie die Breite des Stegs, um die Länge des Schlitzes festzulegen.

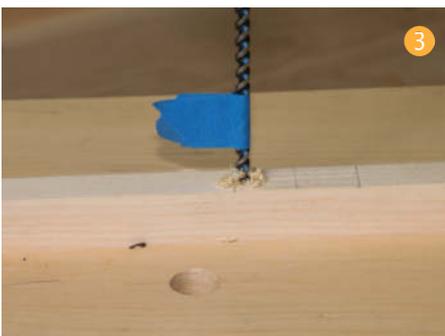
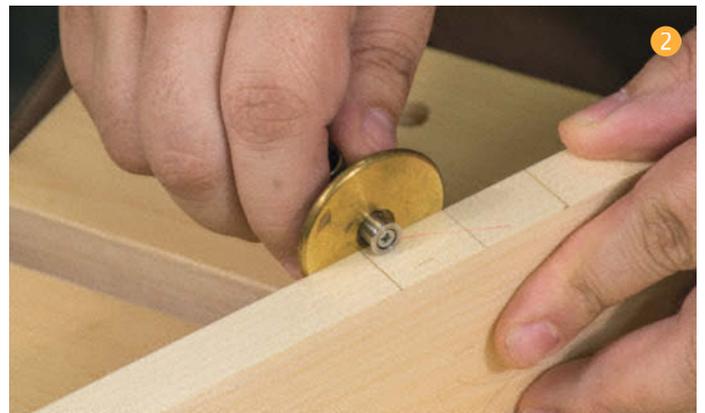
18 Markieren Sie die Mittellinie des Beins.

19 Reißen Sie auf beiden Seiten der Mittellinie in 4mm Entfernung die Wandungen des 8mm breiten Schlitzes an.

20 Winkeln Sie die Risse bis auf die andere Seite um und reißen Sie den Schlitz auch auf der anderen Seite des Beins an.

21 Entfernen Sie den Großteil des Verschnitts mit einem 6mm-Schlangebohrer. Legen Sie eine Zulage unter das Bein, damit der Bohrer beim Austritt auf der Rückseite keine Faserausrisse verursacht.

22 Putzen Sie bis zu den Rissen mit dem Stechbeitel nach. Arbeiten Sie dabei von beiden Seiten zur Mitte hin, um Faserausrisse zu vermeiden.





### Die Zapfen am unteren Steg anreißen und schneiden

23 Stellen Sie das Streichmaß auf die Stärke der Beine des Sägebocks ein.

24 Übertragen Sie dieses Maß auf die Enden der Stege, nachdem Sie ein paar Millimeter hinzugefügt haben. Die Zapfen werden mit etwa Überlänge gearbeitet und nach der Montage bündig verputzt. Dadurch wird der Bock minimal schmaler als das Maß auf der Zeichnung auf Seite 89 angibt, hat dann aber genügend Luft, um unter die Sägebank geschoben zu werden.

25 Reißen Sie die Stärke des Zapfens mit dem Streichmaß an. Das kann mit einem einfachen Streichmaß in zwei Arbeitsgängen ge-

schehen oder, wie hier zu sehen, in einem Zug mit einem Doppel- oder Zapfenstreichmaß.

26 Sägen Sie den Zapfen wie zuvor aus. Legen Sie eine Sägekerbe an, um genauer zu arbeiten. Wenn der Zapfen angeschnitten ist, wird die Passung kontrolliert und nötigenfalls nachgearbeitet, wie Sie es bei den vorigen Schlitz-und-Zapfen-Verbindungen getan haben.

### Die Einhängungen am oberen Ende der Beine anreißen und schneiden

27 Übertragen Sie die Stärke des Stegs, indem Sie ihn direkt auf den Beinen auflegen. Richten Sie die Mittellinien der Bauteile aneinander aus.

28 Reißen Sie die Tiefe der Einhängung (30mm) mit dem Streichmaß an.

29 Sägen Sie zuerst bis zum Grund der Einhängung ein.

30 Sägen Sie mit der Laubsäge etwas über dem Grund den Verschnitt aus.

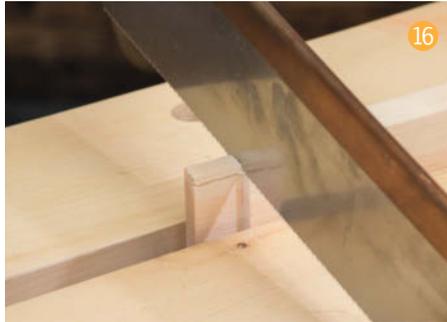
31 Verputzen Sie den Grund mit einigen Schnitten des Stechbeitels.

32 Stecken Sie die Verbindung zur Probe zusammen, und arbeiten Sie die Passung nötigenfalls nach.

### Die Kurve am Fuß anreißen

33 Die Form des Fußes wird angerissen, indem man zuerst jeweils 25mm von seinen Enden Markierungen anbringt.







34 Markieren Sie die Mittellinie des Fußes und bringen Sie 12mm von der Unterkante entfernt auf der Mittellinie eine Markierung an.

35 Biegen Sie eine dünne Leiste so, dass sie an diesen drei Markierungen anliegt, und reißen Sie die Kurve mit dem Bleistift an.

36 So erhalten Sie einen glatten Kreisbogen.

37 Sägen Sie mit der Rückensäge etwa alle 15mm bis zum Riss eine Reihe von Hilfsschnitten ein.

38 Stechen Sie mit einem 25mm-Beitel, den Sie mit dem Klüpfel treiben, den Verschnitt aus. Die Spiegelseite des Beitels (siehe Seite 83) liegt dabei oben.

39 Stemmen Sie von beiden Enden der Kurve zur Mitte hin ein, um die Gefahr von Faserausrisen zu verringern.

### Die Kurve schneiden

40 Wenn der Großteil des Verschnitts entfernt worden ist, wird mit demselben Stechbeitel

unter leichtem Druck durch die Hand bis zum Riss verputzt, um eine harmonische Kurve zu erhalten.

41 Der fertige Fuß ist nicht nur optisch ansprechend, er steht auch sicherer auf unebenen Böden.

### Die Beine vorbereiten und montieren

42 Stecken Sie die Füße, Beine und den unteren Steg trocken zusammen und passen Sie dann den oberen Steg ein. Wenn die Passung gut ist, werden alle Flächen mit dem Putzhobel versäubert. Stellen Sie den Hobel auf sehr geringe Spandicke ein, es geht nur darum, Bleistiftmarkierungen und leichte Verschmutzungen zu entfernen.

43 Geben Sie Leim in den Schlitz im Fuß. Stecken Sie den Zapfen in den Schlitz, und ziehen Sie die Verbindung mit einer Zwinde zusammen.

44 Eine Zwinde reicht aus, um das Bein zu verleimen. Lassen Sie den Leim nach dem Ansetzen der Zwinde mindestens 2 Stunden trocknen.

### Die Beine miteinander verbinden

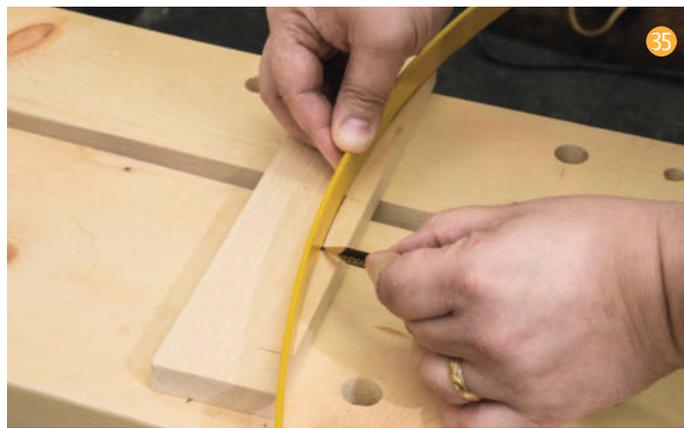
45 Geben Sie Leim in die Schlitz in den Beinen und auf die Zapfen am Steg.

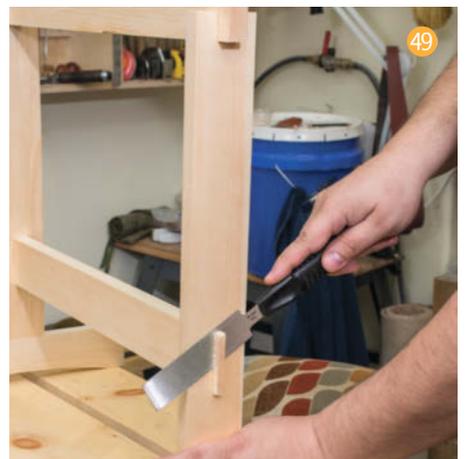
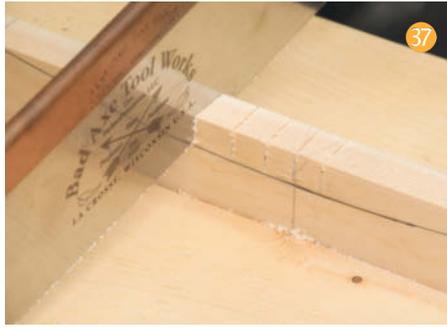
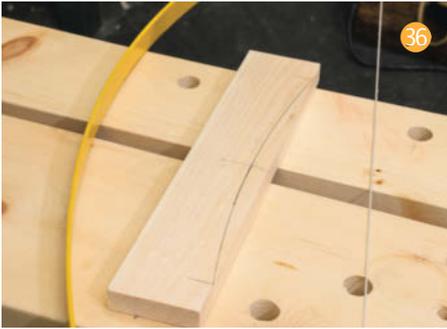
46 Spannen Sie den unteren Steg an den Beinen an. Achten Sie darauf, dass die beiden Beine parallel zueinander stehen, wenn die Zwingen angezogen sind.

47 Geben Sie Leim an die Einhängungen am oberen Beinende, wenn der Leim an den vorherigen Verbindungen trocken ist.

48 Setzen Sie ein Paar Zwingen an, um den oberen Steg des Sägebocks zu halten.

49 Wenn der Leim trocken ist, werden die überstehenden Zapfenden bündig ge-







schnitten. Am besten geht das mit einer Japansäge ohne Rücken. Falls man keine besitzt, sägt man so dicht wie möglich am Bein und verputzt mit dem Stechbeitel.

**50** Verputzen Sie dann alle Flächen mit leichten Hobelstößen.

**51** Stellen Sie den Sägebock in die Sägebank, und verputzen Sie den oberen Steg des Bocks, bis er mit der Arbeitsfläche der Bank fluchtet.

Geschafft! Die Sägebank mit genau passendem Sägebock ist fertig zum Einsatz.



### Aus Erfahrung klug

Überschüssigen Leim von einer Verbindung zu entfernen kann schwierig sein. Wenn man zu früh versucht, ihn abzunehmen, verteilt sich der noch flüssige Leim einfach auf die gesamte Umgebung und verschmutzt das Holz. Wenn man zu lange wartet, reißt der hart gewordene Leim Fasern aus dem Holz, wenn man versucht, ihn abzuheben. Am besten lässt sich der Leim entfernen, wenn er eine gummiartige Konsistenz hat. Normalerweise ist das nach etwa 30 bis 60 Minuten der Fall.

## Verwendung der Sägebank und des Sägebocks

Die Sägebank und der Sägebock sind echte Arbeitspferde in der Werkstatt, die viele Jahre ihren Dienst leisten werden. Machen Sie sich keine Sorgen über Kratzer und Dellen ... das zeigt einfach nur, dass Sie arbeiten.

### Auf der Sägebank abbreiten:

Die Arbeit an der Sägebank bedarf kaum großer Erläuterungen. Man legt einfach das Brett, das gesägt werden soll, auf die Bank und legt los **52**. Die Spalte in der Mitte benutzt man zum Abbreiten (=auf Breite schneiden), indem man den Schnitt neben der Bank beginnt und das Brett dann in die Mitte setzt, während die Säge noch in der Sägefuge steckt **53**. Vergessen Sie nicht, das Brett nach vorne zu verschieben, während Sie sägen, damit Sie nicht durch das Bein der Sägebank sägen. Bei längeren Brettern stellen Sie den Sägebock so weit wie nötig von der Sägebank auf, um das Werkstück abzustützen **54**.

### Bohrungen für Bankzubehör:

Man kann die Arbeitsfläche der Sägebank mit Löchern versehen, die als Aufnahme für die vielen Zubehörteile dienen, die man kaufen oder selbst herstellen kann **55**. Solches Zubehör mag zwar nicht unbedingt notwendig sein, erleichtert aber zweifelsohne manche Aufgaben.

### Ein einfacher Anschlag ist wie eine zusätzliche helfende Hand:

Wenn man einen einfachen Anschlag an einer Seite der Sägebank anbringt, kann man das Werkstück bei der Arbeit dagegen drücken, um es zu stabilisieren **56**. —pek

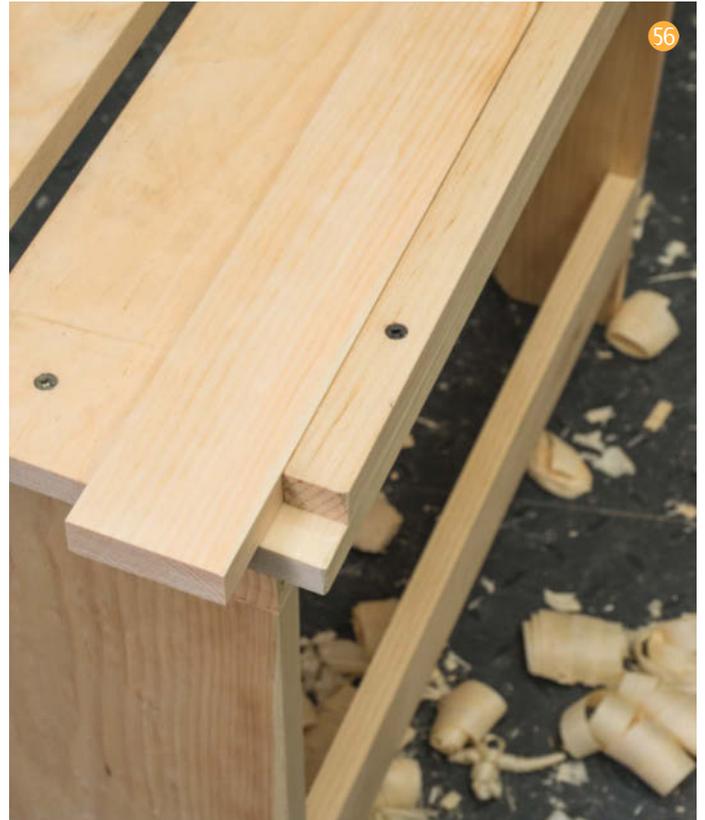




54



55



56

# Mobile Apps mit Flutter

**Online  
Workshop**

**24. – 25. November 2020, jeweils um 9 – 17 Uhr**

Die meisten Hybrid-Frameworks für mobile Apps basieren auf Webtechnologien und bringen deren Nachteile auf die Endgeräte. Flutter hingegen erlaubt es dem Entwickler, hybride, native und schnelle Apps für iOS und Android zu programmieren. In dem zweitägigen Online-Workshop lernen Sie die Programmierung von Apps mit Flutter kennen. Neben den notwendigen Grundlagen wie dem Einrichten der Toolchain und den Grundlagen führt Sie der Workshop durch die Praxis der App-Entwicklung und zeigt Besonderheiten und Stolpersteine der Entwicklung mit Flutter aus dem Blickwinkel der täglichen Praxis.

Teilnahmegebühren: 990,00 Euro (inkl. MwSt.)

## Themenschwerpunkte:

- Grundlagen
- UI Design
- Netzwerk und Dateiablage
- UI 2.0
- Advanced Flutter



Referent:  
Klaus M. Rodewig, Entwicklungsleiter modone GmbH

 **Flutter**



# Einstieg ins CNC-Fräsen

Was vor ein paar Jahren für den Heimgebrauch noch kaum denkbar war, ist heute zu erschwinglichen Preisen möglich: Mittlerweile gibt es etliche CNC-Fräsen für den Hobby-Bereich – als fertige Maschinen, Bausätze, in Form von detaillierten Anleitungen und man kann sogar Kurse zum Selbstbau belegen. Je nach eigener Motivation und Budget findet sich für jeden die passende Fräse. Ein Überblick für Einsteiger und Praxistipps für den Umgang mit Holz

von Birgit Hellendahl



**Z**ugegeben – CNC-Fräsen ist ein komplexes Thema, vor dem viele von vornherein zurückschrecken oder bei den ersten Hürden und Schwierigkeiten aufgeben. Aber aus der Fülle eigener Erfahrungen mit Fräsprojekten und meinen Fräsenbau-Workshops möchte ich allen Interessierten Mut machen: Es braucht kein Studium, um eine CNC-Fräse zu bedienen oder gar selbst zu bauen! Und die Möglichkeiten sind ähnlich faszinierend wie bei einem 3D-Drucker, mit dem Unterschied, dass man bedeutend festere (und oft auch größere) Werkstücke herstellen kann, insbesondere wenn man Holz als Material verwendet.

### Viele Wege führen zur Fräse

Hat man sich dazu entschlossen, Besitzerin oder Besitzer einer CNC-Fräse werden zu wollen (oder zu müssen), sollte man zunächst festlegen, was diese können muss. Wie groß muss der Bearbeitungsraum sein, um alle gewünschten Projekte auch umsetzen zu können? Es macht einen Unterschied, ob man vor allem Elektrogitarren-Bodys fräsen will oder die Tragflächenrippen von Modellflugzeugen. Weiter – wie hoch ist das Budget, welche Fertigkeiten und Fähigkeiten hat man selbst und traut man sich selbst zu, eine Maschine eventuell auch selbst zu bauen?

### Material und Konstruktion

Es gibt CNC-Fräsen aus Holz, oft aus dem stabilen Multiplex, aus Aluminium, Stahl oder sogar Beton. Mal abgesehen vom Beton – als erster Richtwert kann gelten: Mit der Fräse kann grundsätzlich das Material gefräst werden, aus welchem sie gebaut ist. Das ist allerdings nur eine grobe Orientierung, denn auch mit einer Holzfräse lässt sich Aluminium fräsen oder mit einer aus Aluminium gebauten Fräse kann man auch Stahl bearbeiten – vorausgesetzt, man wählt die entsprechenden Einstel-

## Kurzinfo

- » **Überblick: Wie man zu einer eigenen CNC-Fräse kommt und Kriterien für die Wahl der eigenen Maschine**
- » **Software-Toolchain: CAD – CAM – Steuerung – Fräse**
- » **Praxistipps für das CNC-Fräsen von Holz und Holzwerkstoffen**

## Mehr zum Thema

- » Carsten Meyer, CNC-Sperrholz-Fräse, c't Hacks 1/4, S. 118
- » Carsten Meyer, Null-Automatik, Make 1/16, S. 99
- » Kostenlose Artikel aus älteren Make-Ausgaben zum Thema CNC-Fräsen finden Sie unter dem Link.

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/x2x5](http://make-magazin.de/x2x5)

lungen (und kann damit leben, dass der Fräsvorgang viel länger dauert). Umgekehrt gibt es sogar Aluminium-Fräsen im Handel, mit denen man nicht einmal Holz zuverlässig fräsen kann. Es hängt also nicht nur vom Material ab, aus der sie besteht, sondern vielmehr von der Art der Konstruktion, der Stabilität und Steifigkeit.

Bevor man sich in das große Angebot an Fräsen vertieft, um zu entscheiden, welche die richtige ist, sollte man überlegen, was man mit der Maschine bearbeiten möchte. Plant man vor allem dünne oder weiche Materialien wie Balsaholz zu fräsen oder nur Gravuren anzubringen und will nur ab und zu mal massives, dickes Hartholz bearbeiten, muss die Fräse nicht mächtig stabil sein, denn auch Hartholz kann so eine Maschine mit gemäßigten Einstellungen sauber bearbeiten. Plant man aber vor allem Massivholz zu fräsen, etwa für den Möbelbau, rate ich zu einer sehr stabilen Maschine, um höhere Geschwindigkeiten und Zustellungen zulassen zu können, was Zeit einspart (alle Fachbegriffe

erklärt übrigens unser kleines CNC-ABC am Ende des Artikels). Natürlich ist auch die Größe der Arbeitsfläche maßgebend. Um lediglich kleine Teile zu fräsen, benötigt es keine große Bearbeitungsfläche, die macht die Maschine nur teurer und sperriger. Für den Gitarren- oder Möbelbau hingegen kommt man um eine CNC-Fräse mit großer Arbeitsfläche nicht herum.

Übrigens: Im Folgenden beschäftige ich mich ausschließlich mit Fräsen in Portalform; es gibt aber auch noch andere Ansätze, etwa die Maslow-Fräse, mit der sich auch sehr große 2D-Formen aus Platten fräsen lassen (siehe auch Seite 130).

### Fertigergeräte

Auf dem Markt ist mittlerweile eine Vielzahl von Maschinen erhältlich und das einfachste ist, sich eine fertig aufgebaute zu kaufen. Der Vorteil: Man kann relativ schnell mit dem Fräsen beginnen, sobald man sich mit der Maschine und deren Software vertraut gemacht

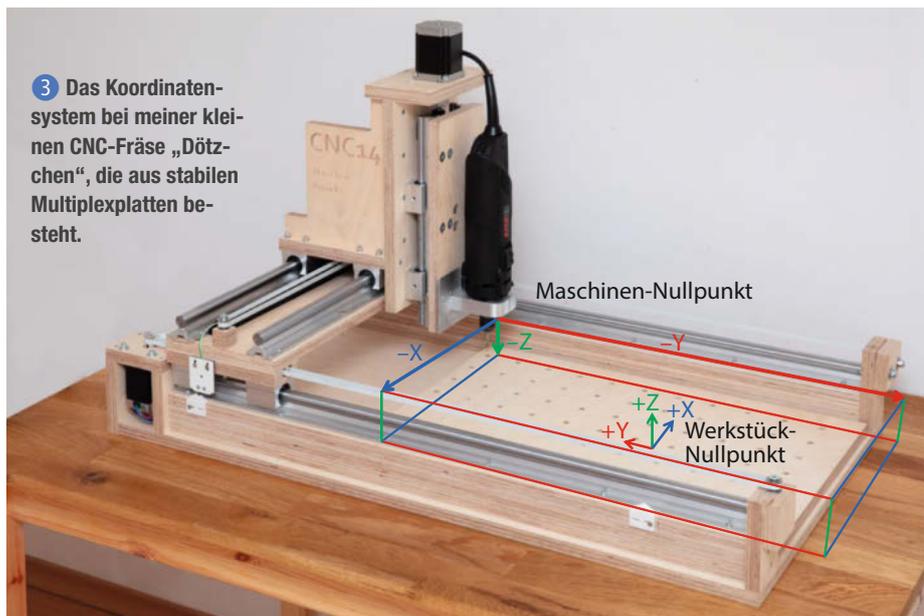


1 Oloiden als Schlüsselanhänger. Die nur wenige Zentimeter großen 3D-Objekte wurden in zwei Durchgängen aus Multiplex gefräst, was die schicke Streifenoptik ergibt.



2 Auch solche Einlegearbeiten aus verschiedenen Holzarten sind mit der CNC-Fräse drin – mit klassischen Holzbearbeitungsmaschinen geht so etwas nicht.

3 Das Koordinatensystem bei meiner kleinen CNC-Fräse „Dötzchen“, die aus stabilen Multiplexplatten besteht.



hat. Außerdem sind Probleme ausgeschlossen, die durch eigene Fehler beim Aufbau eines Bausatzes auftauchen können. Die Nachteile: Fertige Maschinen sind entsprechend teurer, man kennt die Fräse nicht bis ins Detail, kann sie oft nicht individuell anpassen, erweitern oder ändern und es wird schwierig, Ursachen für Fehler zu finden, falls mal was nicht so läuft, wie es sollte und ist möglicherweise auf Support angewiesen. Von Herstellern wie Sorotec, Stepcraft (siehe auch Seite 114) oder CNC Step gibt es verschiedenen CNC-Systeme, die man als fertige Maschine und zum Teil auch alternativ als Bausatz bekommt.

### Bausätze und Eigenbau

Bausätze sind etwas kostengünstiger als fertige Maschinen. Beim Zusammenbau lernt man die Maschine schon etwas besser kennen, aber man muss die Aufbauzeit einkalkulieren, auch hier werden Anpassungen unter Umständen schwierig. Viel freier bei Modifikationen und Anpassungen an den eigenen Bedarf ist man bei reinen Bauanleitungen, etwa für die Sperrholzfäse aus c't Hacks 1/14. Die meisten solcher Bauvorschläge lassen sich beispielsweise recht einfach durch verlängerte Spindeln oder Zahnriemen für die X- und

Y-Achsen in der Größe variieren. Für die 3D-Drucker-Enthusiasten bietet sich auch die Bauanleitung für die MPCNC (Mostly Printed CNC) mit 3D-gedruckten Teilen an (Links siehe URL in der Kurzinfo). Solche Bauanleitungen gibt es auch in Foren, so hat das Forum cnc-aus-Holz.at eine eigene Fräse entwickelt.

So ein Eigenbau nach Anleitung kostet zwar wesentlich mehr Zeit, bringt aber auch mehr Spaß und mit etwas Geschick spart man auch Geld, falls man nicht durch Fehlentscheidungen doppelt bezahlt – diese Gefahr ist allerdings geringer, wenn man sich an eine Bauanleitung für ein bewährtes Modell hält. Die Seite fraeserbruch.de hat für ihre Fräsenmodelle noch eine schöne Kombinationsmöglichkeit von Bausatz und Anleitungen gefunden: Man kann entweder nur die Anleitungen nutzen und Teile selbst beschaffen oder auffertige Pakete etwa mit Lineartechnik und Frästeilen zurückgreifen. Wer sich alleine nicht traut, kann auch bei CNC14.de eine CNC-Fräse in einem Wochenend-Workshop unter Hilfestellung in kurzer Zeit selbst aufbauen und lernt direkt deren Bedienung (siehe auch Seite 130).

Bleibt noch die Königsdisziplin: Wer recht geschickt ist, Hürden nicht scheut, viel Zeit und Spaß am Tüfteln hat und sich vorher reichlich mit dem Thema beschäftigt hat, baut sich nach eigenen Konstruktionsideen seine selbst entwickelte Wunsch-CNC-Fräse. Dabei kann man viel Geld sparen, wenn man weiß, was man tut, andernfalls kann es aber auch sehr viel Lehrgeld kosten.

Ob Eigenkonstruktion oder Selbstbau nach Anleitung oder im Workshop: Man kennt seine Maschine hinterher bis ins Detail und kann selber korrigieren und reparieren, falls es nötig werden sollte. Der Nachteil ist, dass es keinen Hersteller-Support und keine Garantien gibt und der Bau viel Zeit kostet (eine Eigenentwicklung noch viel mehr) – beides macht aber auch unglaublich viel Spaß.

### Achsen und Koordinaten

Bei einer üblichen Portalfräse mit drei Achsen unterscheidet man im praktischen Einsatz zwischen 3D- und 2,5D-Fräsen. Beim 3D-Fräsen verfahren alle drei aufeinander senkrecht stehende Achsen simultan. Da sich der Fräser entlang der Z-Achse aber nur von oben senkrecht ins Material arbeiten kann, ist damit "echtes 3D-Fräsen" mit Hinterschneidungen nicht möglich – dazu braucht man mehr als drei Achsen.

Dennoch kann man auch auf einer Dreiachs-Fräse 3D-Körper wie Oloiden herstellen 1: Man fräst erst die obere Seite und dreht anschließend das Werkstück um und bearbeitet die gegenüberliegende Seite. Bis zum Schluss hängt das Werkstück über schmale Stege am restlichen Rohmaterial fest, die Stege entfernt man am Ende von Hand.



Fräser für unterschiedliche Bearbeitung von Holz, von links nach rechts: 4 Wendeplatten-V-Nutfräser 90 Grad und 5 V-Nutfräser 60 Grad, beide für Gravuren und Inlays; 6 Spiral-Nutfräser mit zwei Schneiden; 7 großer und 8 kleiner Nutfräser mit zwei geraden Schneiden, 9 kleiner diamantverzahnter Nutfräser für Sperrholz; 10 Radius- bzw. Kugelfräser für 3D-Bearbeitung

Zu Anfang und für die meisten Fräsanwendungen im Hobbybereich reichen drei Achsen aus und ich konzentriere mich im Folgenden ebenfalls auf die 2,5D-Bearbeitung. Von 2,5D spricht man, wenn nur die beiden horizontalen Achsen X und Y gleichzeitig (oder bei Bedarf auch getrennt) verfahren, aber auf jeden Fall die vertikale Achse Z separat bewegt wird. Typische 2,5D-Aufgaben sind Werkstücke, die

einerseits mit Taschen versehen werden und deren Umriss andererseits aus einer Platte ausgefräst werden, die also mit zwei verschiedenen Tiefen für die Z-Achse auskommen. Geht es nur darum, mit der Fräse ein Teil aus einem Brett auszuschneiden, kann man sogar von einem 2D-Projekt sprechen ②.

Beim CNC-Fräsen arbeitet man mit mindestens zwei Koordinatensystemen: Der Maschi-

nen-Nullpunkt wird fest definiert und dient zum Referenzieren. Nach einer Referenzfahrt, auch Homing genannt, weiß die Maschine, an welchem Punkt sie aktuell steht. Vom Maschinen-Nullpunkt aus fährt man den Werkstück-Nullpunkt an ③. Die Werkstück-Nullpunkte kann man auf jedem beliebigen Punkt im Arbeitsraum legen, damit wird man flexibler beim Einspannen des Materials.

## Praktischer Ablauf beim CNC-Fräsen

Das eigentliche CNC-Fräsen läuft in drei Schritten ab:

1. Zeichnung/Datenmodell – Konstruktion in 2D, 2,5D oder 3D
2. CAM-Programm – Festlegen des Werkstücks, Erstellen der Werkzeugpfade, Bearbeitungsreihenfolge, GCode-Erzeugung, eventuell Simulation
3. Steuerung – Einrichten des Werkstücks, Antasten des Nullpunktes, Ausführen des Fräsjobs

### Zeichnung

Zunächst braucht man eine Vorlage des zu fräsenden Teils. Die zeichnet man entweder selber in einem Vektorgrafik- oder CAD-Programm (Computer-Aided Design) oder man bedient sich einer bereits vorhandenen Datei, etwa beim Nachbau von Projekten aus dem Netz, für die man Vorlagen herunterladen kann.

In der Zeichnung ist es wichtig, auf die Skalierung zu achten und dass man dieselbe Einheit gewählt hat, die im nächsten Schritt das CAM-Programm fordert. Hilfreich ist es, hier schon den Werkstück-Nullpunkt zu bedenken.

Zum Einstieg ins Fräsen empfiehlt es sich, mit 2D-Projekten an die Sache ranzugehen. In einem beliebigen Vektorgrafikprogramm wie dem kostenfreien und gut dokumentierten *Inkscape* (*Illustrator* oder *CorelDraw* eignen sich ebenso gut) zeichnet man seinen Entwurf und speichert ihn in DXF-Format ab. DXF-Dateien werden von den gängigen CAM-Programmen durchweg akzeptiert. Auch Pixelbilder und sogar Fotos können im Vektorgrafikprogramm in Vektoren verwandelt werden, wenn man etwa eine Sprüh-schablone aus dünnem Sperrholz fräsen will.

Auch 2,5D-Projekte kann man noch mit Vektorgrafiksoftware realisieren, wenn man die verschiedenen Z-Achsen-Tiefen im CAM-Schritt einzeln eingibt. Spätestens wenn man 3D-fräsen oder exakt konstruieren will, lohnt sich das Einarbeiten in ein 3D-Konstruktionsprogramm – auch so etwas gibt es kostenlos (siehe auch Seite 6).

## Parameter-Abhängigkeiten

Parameter wie Vorschubgeschwindigkeit, Tiefen-Zustellung und Fräserdrehzahl sind stark abhängig vom Fräswerkzeug, Material des Werkstücks und bestimmen die Qualität des Fräs-Ergebnisses. Es gibt Berechnungs-Tabellen (etwa auf der Webseite der Firma *Sorotec*) und Berechnungs-Apps (wie *CNC Tools*), an denen man sich grob orientieren kann. Begrenzt wird dies jedoch letztendlich von der Steifigkeit und Geschwindigkeit der eigenen Maschine. Ist die Drehzahl beispielsweise zu hoch eingestellt und die Verfahrensgeschwindigkeit zu niedrig, erzeugt man Holzmehl statt Späne, verbunden mit sehr hoher Reibungswärme und riskiert damit Späneglut, verbrannte Fräskanten und stumpfe Fräser. Um die richtigen Einstellungen zu finden, empfiehlt es sich stets, einen Test an einem Probestück zu machen.

Die Richtwerte verschiedener für die Holzbearbeitung geeigneter VHM-(Voll-HartMetall)-Fräser für Einsteiger in der Tabelle können je nach Maschine und eigener Erfahrung variiert, etwa an die

Härte des Holzes angepasst werden. Für die Holzbearbeitung sind generell zweischneidige Fräser gut geeignet.

Grundsätzlich gilt: Je höher der Vorschub, desto höher die Drehzahl des Fräasers. Je geringer die Eintauchtiefe, desto höher der Vorschub. Es müssen echte Späne abgetragen werden und keinesfalls Holzmehl. Der Fräser sollte so kurz und stark wie möglich und nur so lang wie nötig sein. Ein langer Fräser gerät leicht in Schwingungen und sorgt so für ein unsauberes Ergebnis oder bricht sogar ab.

Übrigens kann man in eine CNC-Fräse nicht nur eine Spindel mit Fräser einspannen, sondern auch einen Stift zum Plotten, einen Pinselstift zum Malen (je tiefer der Pinsel fährt, desto breiter der Pinselstrich) oder ein Schleppmesser zum Schneidplotten von Folie, Papier, Pappe, Stoff ... In diesem Sinne ist jede CNC-Fräse eine Multifunktionsmaschine – ähnlich wie der MaXYposi, der universelle Make-XY-Positionierer (mehr dazu siehe auch Seite 130).

### Fräsparameter

Fräser	Schneidendurchmesser (mm)	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)	Drehzahl (Umdrehungen/min)	Eintauchtiefe: 1,5 × Schneidendurchmesser (mm)
Spiralnutfräser 2 Zähne	1	800	25000	1,5
Spiralnutfräser 2 Zähne	3	1200	25000	4,5
Spiralnutfräser 2 Zähne	6	2000	23000	9
Planfräser	25	2000	10000	max. 2
Wendeplatten-V-Nutfräser	23/90Grad	1000	25000	max. 4

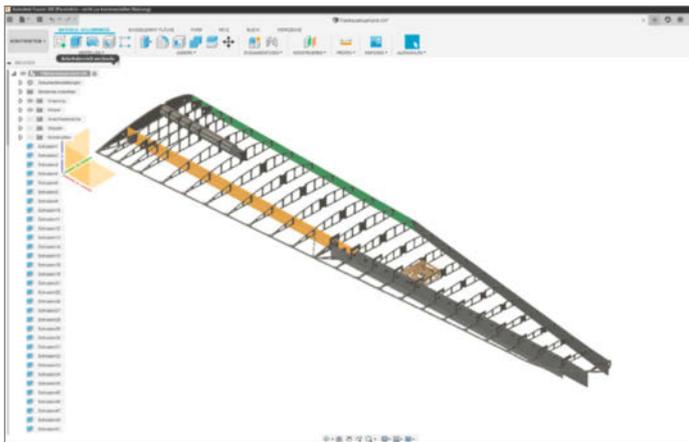


Bild: Jörg Naumann

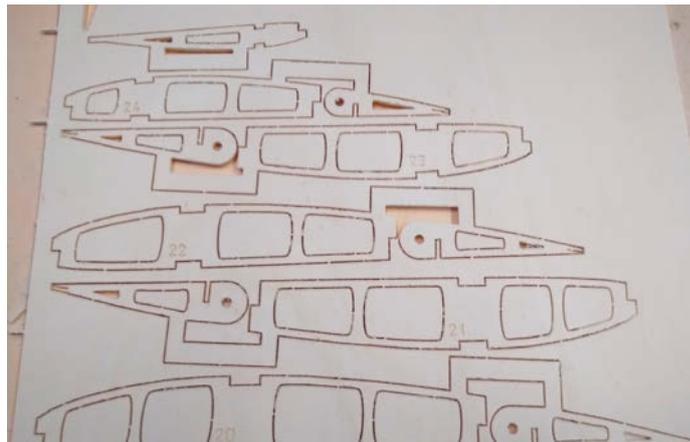


Bild: Jörg Naumann

**11** CNC-Einsatz im Flugmodellbau: So sieht der 3D-Plan der Tragfläche in der CAD-Software Fusion 360 aus. Diese ist privat kostenlos nutzbar und bringt auch gleich ein (eingeschränktes) CAM-Modul mit.

**12** Die Rippen werden aus dünnem Sperrholz oder Balsaholz mit einem Nutfräser mit kleinem Durchmesser ausgeschnitten – die Konturen außen werden außerhalb abgefahren, die Aussparungen innerhalb.

### CAM-Programm

Die Zeichnungs- oder 3D-Datei wird im CAM-Programm (Computer-Aided Manufacturing) geöffnet. Hier bestimmt man, was die Fräse wie tun soll. Wichtig im CAM ist es, den gesamten Fräsprozess genau zu planen.

Hat man in der Software ein Fräswerkzeug angelegt und ausgewählt, abhängig vom späteren Material und Randbedingungen der Zeichnung, gibt man an, wie der Fräser verfahren soll: **auf** der Kontur (etwa bei Gravuren), **außerhalb** (bei äußeren Umrissen von Werkstücken) oder **innerhalb** der Kontur (bei Lö-

chern und Taschen). Hat die Zeichnung enge Innenkonturen oder feine Details mit kleinen Radien, wählt man einen Fräser mit entsprechend kleinem Radius. Hier muss man eventuell schon Kompromisse eingehen, denn eine innen ausgeschnittene Ecke hat immer eine Rundung mit mindestens dem Radius des Fräasers, sofern man sie nicht freifräsen will (dazu gleich mehr).

Im CAM-Programm legt man genau fest, ob und wo eine Tasche ausgefräst werden soll, mit einem V-Stichel Schriften graviert, ein Inlay gefräst, Bohrlöcher gebohrt oder Lochtaschen herausgearbeitet, mit einem Kugel- oder Ab-rundfräser beispielsweise eine Safrinne in Schneidebretter gefräst werden soll... Weitere Parameter wie Vorschubgeschwindigkeit, Zustellung und Gesamfrästiefe werden ebenfalls dem Material entsprechend eingestellt. Grundsätzlich lässt ein weiches Material höhere Vorschubgeschwindigkeiten und höhere Tiefenzustellungen zu als hartes Material. Links- Rechtslauf, Daten des Fräswerkzeugs und Fräsreihenfolge werden ebenfalls hier festgelegt. Übrigens: Wer bisher nur GCode für seinen 3D-Drucker mit Hilfe von Slicer-Software erzeugt hat, muss damit rechnen, dass die Erzeugung von GCode für die Fräse im CAM-Programm deutlich mehr Zeit und Überlegungen erfordert.

geschnitten werden sollen (die Außenkontur der Rippe). Grundsätzlich arbeitet man von innen nach außen, wählt also zuerst alle Teile aus, die innen ausgeschnitten werden sollen. Da Balsaholz ein sehr weiches Material ist, kann man ohne Bedenken mit einem Nutfräser mit kleinem Durchmesser mit voller Frästiefe fräsen. Bei hartem und dickem Holz wählt man eine kleinere Z-Zustellung und die Fräse fräst in mehreren Stufen runter, bis die gewünschte Gesamttiefe erreicht ist.

Sinnvoll bei Ausschnitten ist, Anbindungen einzuplanen. An diesen sogenannten Stegen wird die Fräsbahn unterbrochen und hält das weitgehend ausgeschnittene Innenteil am restlichen Werkstück fest. So bleibt das fertig ausgeschnittene Teil sicher an seinem Platz und kann nicht zu einem gefährlichem Geschoss werden. Wenn alle Innenteile bearbeitet sind, wählt man zum Schluss aus, was außen herum ausgefräst werden soll, auch hier sichern uns Stege vor herumfliegenden Stücken. Diese Stege werden nach dem Fräsen von Hand abgeschnitten oder abgeschliffen. Bei der Fräsreihenfolge bezieht man auch bestenfalls direkt die Planung der Werkstückfixierung ein, um eine Fräser-Kollision mit einem Spannmittel zu vermeiden.

Das CAM-Programm berechnet aus all diesen Angaben den Gcode, den man anschließend an das Steuerprogramm gibt. GCode ist die Sprache, die Fräsensteuerungen verstehen (3D-Drucker übrigens auch). Es gibt unterschiedliche „Dialekte“, abhängig von der eingesetzten Steuerungssoftware. Die Übersetzung vom CAM in den passenden Gcode übernimmt der Postprozessor. In manchen CAM-Programmen kann der Postprozessor auch manuell auf die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Der passende Postprozessor wird im CAM eingestellt und gespeichert.

### Beispiel: Tragflächen-Rippe eines Flugmodells

Bei einer Tragflächen-Rippe für ein Flugmodell (**11** bis **13**) nimmt man beispielsweise 3mm dünnes Pappel-Sperrholz oder Balsaholz, einen 1mm-Nutfräser und gibt im CAM-Programm an, welche Teile der Zeichnung innerhalb (Aussparungen in den Rippen zur Gewichtsersparnis oder für Querruderachsen) und welche Teile außerhalb der Kontur aus-



Bild: Jörg Naumann

**13** Die fertig gefrästen Rippen beim Zusammenbau der Tragfläche. Solche 2D-Frästeile kann man zwar im Prinzip auch mit einfacher Vektorgrafiksoftware konstruieren, sollen sie aber am Ende zu einem komplexen 3D-Objekt zusammengebaut werden, lohnt sich der Entwurf in 3D-CAD.

## Wahl des CAM-Programms

Es gibt viele verschiedenen CAM-Programme, von einfach und intuitiv bis komplex und lernintensiv, von kostenfrei bis hochpreisig. Für den Einstieg wird gern *Estlcam* genommen. Das Programm kann kostenlos getestet werden, kauft man die Vollversion für 49 Euro, so spart man sich künstlich verlängerte Pausen beim Öffnen und Speichern von Dateien. *Estlcam* ist intuitiv aufgebaut und erleichtert den Einstieg in die Fräswelt enorm, da es dem Anwender viele Operationen automatisch abnimmt. Genau deshalb stößt man bei etwas komplexeren Projekten allerdings schnell an die Grenze, da man kaum Einfluss auf diese Automatismen nehmen kann.

Ist man zu einer steileren Lernkurve bereit und scheut eine cloudbasierte Anwendung nicht, lohnte sich bis vor kurzem in jedem Fall die Einarbeitung in das CAD-Programm *Fusion 360* von Autodesk, denn es hat ein umfangreiches CAM integriert. Leider wurde in der kostenfreien Version für Privatanwender genau dieser CAM-Bereich zum 1. Oktober etwas beschränkt, so sind etwa keine Eilfahrten und Bearbeitungen mit mehr als drei Achsen mehr möglich und auch Antasten wird nicht mehr unterstützt. Das reicht zwar immer noch für vieles, was man mit der Fräse macht, aber offen ist, ob es in Zukunft nicht zu weiteren Einschränkungen in der Gratis-Version kommt.

Wer mit der Open-Source-3D-Software *Blender* konstruiert, freut sich über das Add-on *BlenderCAM*, mit dem sich alles individuell einstellen und auswählen lässt. Eine kostenfreie CAM-Software bietet auch *GrlGru* an, sie hat eine Simulation für viele Fräsen integriert und man kann sogar seine eigene Fräse einpflegen. Recht umfangreich, sehr gut und für nur etwas über 100 Euro, meiner Erfahrung nach jeden Taler wert, ist *Cambam* (die kostenlose Demo-Version läuft 40 mal). Und bei unter 60 Euro für die Vollversion lohnt auch ein Versuch mit der auf 50 Zeilen GCode begrenzten Testversion von *CADaSCAM*. In beiden sind CAM und CAD in einem Programm kombiniert, das zudem einfach erlernbar ist.

Bei Bausätzen und fertigen Maschinen liegt oft entweder eine CAM-Software bei oder der Hersteller empfiehlt eine, die man ruhig erst mal ausprobieren sollte – die hier gezeigten Alternativen laufen ja auch nicht weg.

## Simulation

Bevor der in der CAM-Software konfigurierte Fräsjob gestartet wird, lohnt sich immer eine Kontrolle in der Simulation, um die Berechnung zu überprüfen. Viele CAM- und Steuerprogramme haben eine Simulation integriert, alternativ installiert man sich beispielsweise den kostenfreien *NC Corrector*. Hier lässt sich der Ablauf kontrollieren und auch ändern, sofern man Gcode-sicher ist.

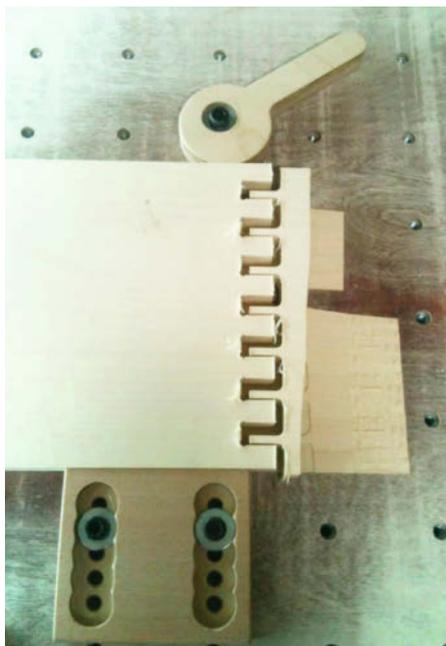


Bild: Alois Schmid

**14** Hier wird eine Zinkenverbindung für Schubladen liegend auf der Arbeitsplatte gefräst, doch um die Zinken anschließend ...



Bild: Alois Schmid

**15** ... ineinander schieben zu können, müssen die Ecken der Schlitz freigefräst werden, was man hier durchaus sieht ...

## Steuerung

Zu guter Letzt braucht man noch ein Steuerprogramm, an das der Gcode gegeben wird und das dann wiederum die Fräse steuert. Manche fertig gekaufte Fräse hat eine nicht änderbare, integrierte Steuerung, aber eine Vielzahl von Maschinen im Einsteiger-Segment lassen die freie Wahl. Hier gibt es gute und kostenfreie Programme wie *Candle CNC*, *bCNC* oder *LinuxCNC*. Einige CAM-Programme haben auch die Steuerung bereits integriert.

Der Rechner mit dem Steuerprogramm wird an die Fräse angeschlossen. Über das Steuerprogramm auf dem Rechner kann man die Fräse zum einen manuell steuern, also die Achsen per Tastendruck schrittweise oder kontinuierlich bewegen, alternativ tippt man GCode-Befehle ein (es soll Leute geben, die einfache Fräsungen mal eben schnell auf diese Weise erledigen). Das Steuerprogramm kann aber natürlich auch eine in der CAM-Software berechnete GCode-Datei auf Knopfdruck abarbeiten, dann arbeitet die Maschine nach dem Startbefehl automatisch, so wie es beim CNC-Fräsen sein soll.

## Beispiel: Zinken-Verbindung

Oft braucht es nicht nur im Möbelbau Zinkenverbindungen, um zwei Platten miteinander sicher zu verbinden. Das ist mit einer CNC-Fräse einfach und sauber gemacht. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten: Im ersten Fall liegt die Holzplatte auf der Arbeitsplatte und man fräst die Zinken mit Freifräsungen an den inneren Ecken



Bild: Alois Schmid

**16** ... aus normaler Entfernung fallen die Freifräsungen allerdings kaum auf.

aus, damit die entgegengesetzten Zinken auch passgenau eingeschoben werden können. Nachteil sind kleine Lücken. Beim Beispiel auf den Bildern **14** bis **16** wurden mit einem zweischneidigen 3mm-Nutfräser Zinken in Ahornbretter gefräst, für einen selbstgebauten Schreibtisch mit Schubladenschränken. Vorteil hierbei ist, dass sich im gleichen Arbeitsgang auch Bohrlöcher für Beschläge oder Schubladenschienen fräsen lassen.

## Beispiel: alternative Zinken-Verbindung

Die zweite Möglichkeit für Zinken ist, eine Holzplatte vorne vor der Fräse vertikal einzuspannen – was bei manchen Maschinen möglich ist. Das hat den Vorteil, dass die inneren Ecken der Zinken nicht frei gefräst werden müssen, da der Radius des Fräasers hier keine Rolle spielt. So lassen sich auch besondere Schmuckverbindungen mit vielen erdenkli-

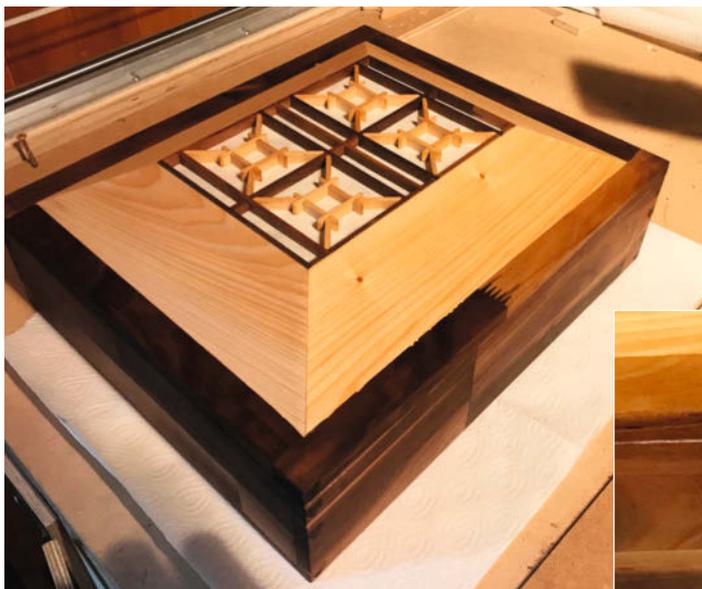


Bild: Adrian Bachofner

17 Der Korpus dieses Schatzkästchens ist mit ganz besonderen Zinken verbunden, die eine Herzform haben.



Bild: Adrian Bachofner

chen Motiven herstellen, wie bei diesem Schatzkästchen namens „Candy“ 17 mit einer Herzverbindung (18 19).

### Sicherheit geht vor

Wer schon einmal mit einer Oberfräse Holz bearbeitet hat (siehe auch Seite 42), weiß, welche Kräfte hier auftreten – die sind nicht zu unterschätzen. Bei einer CNC-Fräse ist das nicht anders.

Der Sicherheit zuliebe ist der Anschluss eines Not-Aus-Schalters an der CNC-Fräse unabdinglich. Der Not-Aus-Schalter muss jederzeit gut erreichbar sein, gegebenenfalls mit der Hüfte, dem Knie oder Fuß, wenn keine Hand frei ist. Idealerweise sollte er die gesamte Stromzufuhr unterbrechen – für die Steuerung, damit alle Achsen sofort zum Stehen kommen, für den Fräsmotor, falls sich etwas um den Fräser gewickelt hat und diese Gefahr gestoppt oder zumindest eine Verletzung begrenzt wird, aber auch für die

Absaugung, falls sich Späneglut entwickelt und so ein Brand oder gar eine Staubexplosion in der Absaugung vermieden werden kann.

Apropos um den Fräser wickeln: Alle umherhängenden und baumelnden Dinge, ob Bänder vom Hoodie, lange Haare oder Halsketten sollten bei der Arbeit mit Fräsen und Holzbearbeitungsmaschinen überhaupt vermieden oder zurückgebunden werden. Schutzbrille und Gehörschutz sollten ebenfalls zur Ausstattung gehören (siehe auch Seite 32).

Auch wenn es noch so verlockend ist, dem Fräser bei der Arbeit zuzuschauen – man sollte sich nie auf Augenhöhe des Fräasers befinden. Ein abgebrochener Fräser oder ein abgebrochenes Werkstückteil kann zum gefährlichen Geschoss werden.

Widmet man der Sicherheit genügend Aufmerksamkeit, sind CNC-Fräsen allerdings kein besonders gefährliches Werkzeug zur Holzbearbeitung.

### Nützliche Erweiterungen

Während der Not-Aus-Schalter Pflicht ist, gibt es auch die Kür: Eine Reihe nützlicher Erweiterungen erleichtern die Arbeit mit der CNC-Fräse deutlich. Bei einer Eigenkonstruktion kann man sie gleich mit einplanen, aber einige davon lassen sich auch problemlos bei Bausatz- und Fertiggeräten nachrüsten.

**Endschalter/Referenzschalter:** Mit einfachen Rollentastern, induktiven oder kapazitiven Sensoren und den entsprechenden Einstellungen findet die Fräse ihren Referenzpunkt und schützt die Maschine vor Kollisionen.

**Tastplatte** mit Krokoklemme zum einfachen Antasten des Z-Werkstück-Nullpunktes 24.

**Antastplatte** zur Ermittlung des X- und Y-Werkstück-Nullpunktes.

**Längentaster** zur Ermittlung der Fräserlänge 25, eine Bauanleitung dazu stand bereits in der Make-Ausgabe 1/16, S.99. Alle Tastvorrichtungen ersparen das mühsame Anfahren der Bezugspunkte von Hand über die Steuerung.

**Kamera:** Wird nah an der Frässpindel angebracht 26, erleichtert das Finden und Positionieren des Nullpunkts am Werkstück 27 und hilft beim parallelen Ausrichten des Werkstücks zur X- und Y-Achse. Die Linienbreite der Kästchen im Bild auf dem Monitor des angeschlossenen Rechners entspricht hier genau 0,2mm 28. Die Kamera lässt sich in allen drei Ebenen einstellen und das Offset zum Fräser wird einmalig im CAM festgelegt.

**LED-Beleuchtung:** Sorgt für bessere Sicht, was nicht nur bei Einbau einer Kamera sehr nützlich ist.

**Absaugschuh** zum Absaugen der Späne direkt am Fräser. So ein Schuh ist einfach selbst zu fräsen 29, wird unter den Fräsmotor montiert und über einem Schlauch mit der Staubabsaugung verbunden, die zum Beispiel über einen Zyklon in einen Metallbehälter erfolgt.



Bild: Adrian Bachofner

18 Die herzförmigen Zinken werden in das senkrecht vor der Fräse eingespannte Brett gefäst.



Bild: Adrian Bachofner

19 Die Aussparungen in den Gegenstücken entstehen in normaler, flacher Werkstücklage.

# Spannvorrichtungen für Werkstücke

Beim Fräsen muss das Werkstück absolut fest und sicher fixiert werden, sonst wird im besten Fall nur das Ergebnis schlecht, im schlimmeren gibt es Unfälle. Zum sicheren Einspannen gibt es viele Möglichkeiten:

**Anschrauben:** Am schnellsten und einfachsten ist es, das Werkstück an der Arbeitsplatte mit Holzschrauben zu befestigen.

**Kleben:** Mit doppelseitigem Klebeband das Werkstück einfach festkleben, gut geeignet für beispielsweise große leichte Sperrholzplatten, die sich wölben. Vorsicht: Nur für leichte Bearbeitung geeignet und der Kleber kann den Fräser verkleben!

**Schraubzwingen:** Schraubzwingen klemmen ein Werkstück schnell und sicher an seinen Platz.

**Spannpratzen:** Sie werden mit Schrauben in Einschlaghülsen oder Gewindemuffen, die in der Arbeitsplatte eingelassen wurden, festgeschraubt und halten das Werkstück an seinem Platz <sup>20</sup>.

**Exzenterspanner** klemmen ein Werkstück seitlich fest <sup>21</sup>

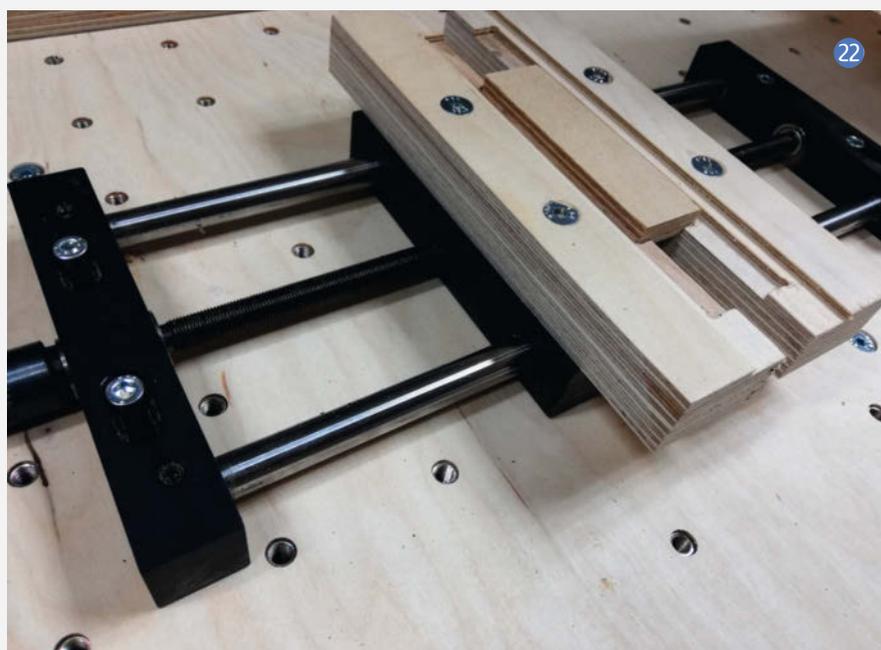
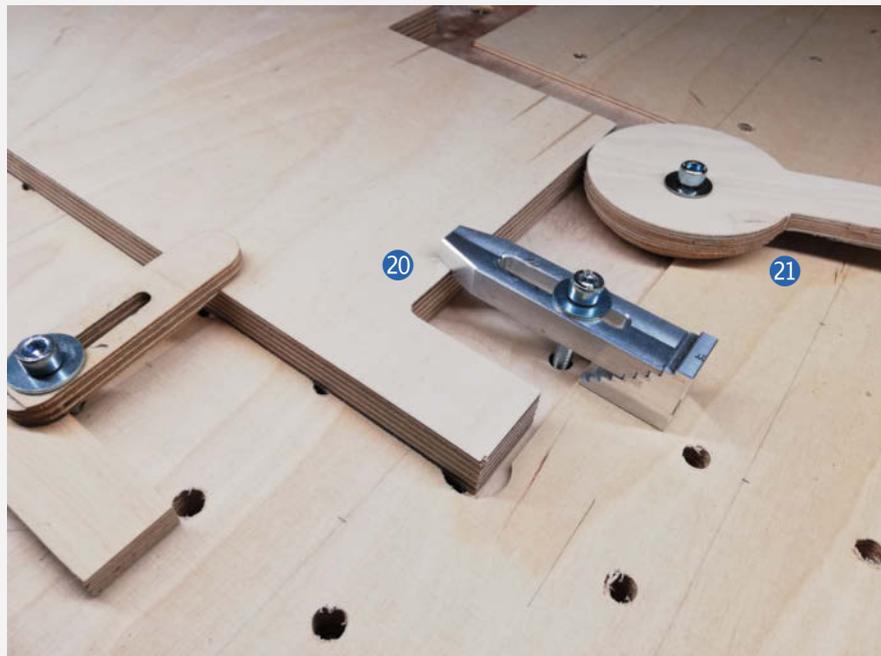
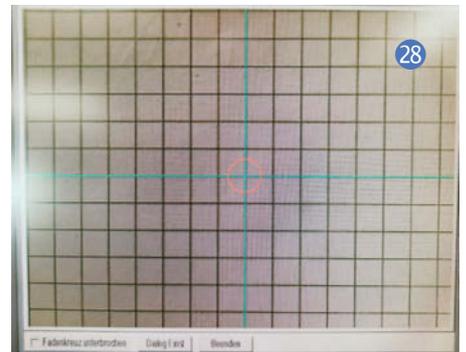
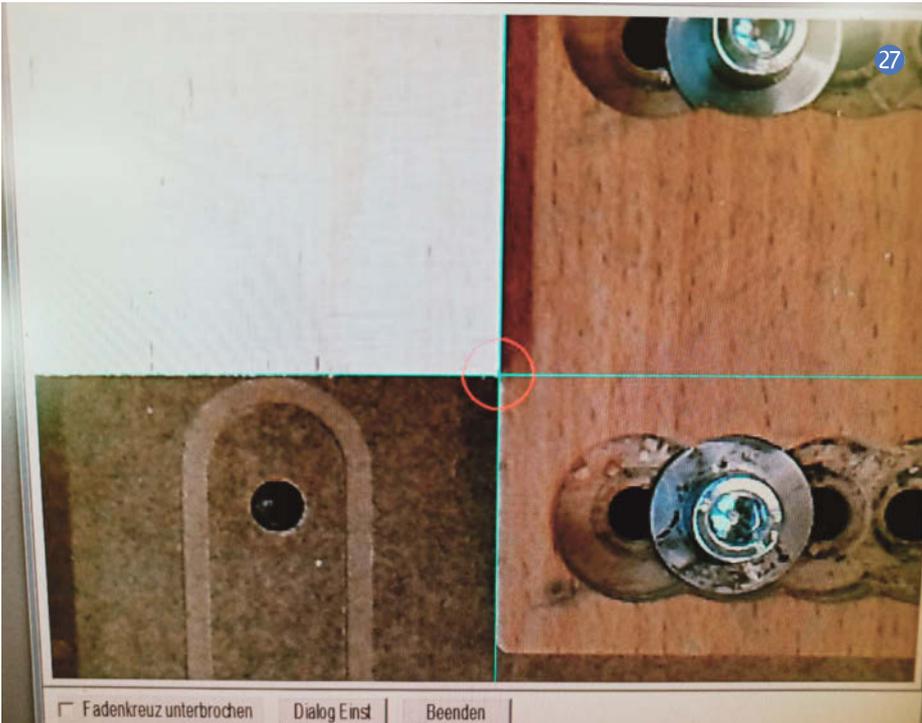
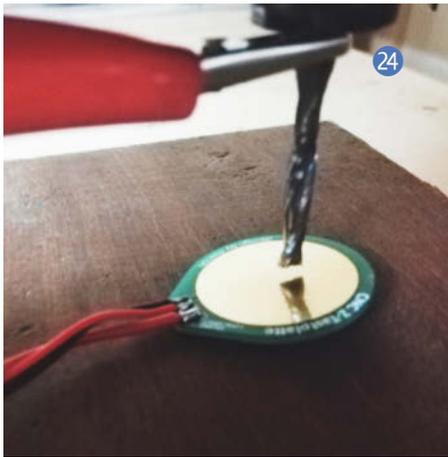


Bild: Jörg Naumann

**Schraubstock:** Ein an einem definiertem Platz fixierter Schraubstock ist eine zuverlässige und schnelle Möglichkeit, kleine Werkstücke einzuspannen <sup>22</sup>.

**Vise:** Eine spezielle Fixiervorrichtung oder -ebene zum vertikalen Einspannen eines Werkstücks, das vor der vorderen Kante der Fräse bearbeitet wird <sup>23</sup>

**Vakuumplatte:** Das Werkstück wird flächig mit Unterdruck gehalten. Das ist neben dem doppelseitigen Klebeband eine gute Möglichkeit für dünne Sperrholzplatten, die bei punktueller Fixierung zum Wölben neigen. Vakuumtische entwickeln erstaunliche Haltekräfte, kosten aber meist mehrere hundert Euro Euro – es sein denn, man baut sie selbst.



### Trick: Planfräsen/ Taschenfräsen

So liegt das Werkstück später definitiv richtig ausgerichtet und parallel zur XY-Ebene im Arbeitsraum: Zur Vorbereitung wird mit einem Planfräser, der auch unten Schneiden hat, in die Opferplatte auf dem Frästisch eine Tasche gefräst, in die dank Freifräsungen in den Ecken das Material genau hineinpasst. Das lohnt sich vor allem, wenn man viele Exemplare eines Werkstücks fräsen will.

**Schleppkette** oder Galgen zur gebündelten Kabelführung

**Vierte Achse** als Drehachse, wenn man echtes 3D-Fräsen plant

### Ein Hobby für sich

„Seit ich einen Hammer habe, sieht jedes Problem wie ein Nagel aus“ – nach diesem Motto ist ein CNC-Fräsenbesitzer leicht verleitet, jede erdenkliche Bearbeitung der Maschine zu überlassen, auch wenn das nicht immer notwendig ist. Das ist aber völlig in Ordnung! Es ist einfach schön, zuzuschauen, wie die Fräse ihren Job macht, unermüdlich und präzise. Sobald man ihre Möglichkeiten für sich entdeckt hat, fräst man mehr, als man ursprünglich geplant hatte. Das Werkzeug CNC-Fräse wird, wenn man es erst einmal hat, oft schnell zu einem weiteren schönen Hobby an sich.



# Kleines CNC-ABC

**Fräser:** eingespanntes, rotierendes Fräs-  
werkzeug. Man unterscheidet unter anderem:

- **Nutfräser/Schafffräser:** scharfkantiger Fräser mit geradem Grund
- **Radiusfräser:** abgerundeter Fräser, etwa Kugelfräser
- **V-Nutfräser/Gravierfräser:** spitze Fräserform in unterschiedlichen Gradausführungen

**Spindel:** Kugelumlaufspindel oder Trapezspindel zum Antrieb einer Achse

**Zahnriemen:** Alternative zur Spindel zum Antrieb einer Achse

**Frässpindel/Motorspindel/Fräsmotor:** Wird an der Z-Achse angebracht und der Fräser wird darin eingespannt. Verschiedene Ausführungen: luftgekühlt oder wassergekühlt, mit oder ohne Frequenzumrichter für die Drehrichtung mit digitaler oder manueller Drehzahlsteuerung

**Spannzange:** Es gibt verschiedene Größen und Systeme zum sicheren Einspannen des Fräasers im Fräsmotor, muss zu den Fräsern passen.

**Vorschubgeschwindigkeit:** Verfahrgeschwindigkeit des Fräasers in X/Y-Richtung im Material während des Fräsens, meist in mm/min oder m/s angegeben

**Eilgeschwindigkeit:** Verfahrgeschwindigkeit über dem Material, z.B. beim Anfahren des Nullpunkts

**Maschinen-Nullpunkt:** Der Referenzpunkt der Maschine. Bei den meisten CNC-Fräsen ist er hinten rechts und an der oberen Grenze des Arbeitsraums dauerhaft definiert. Von hier aus referenziert sich die Fräse, das heißt nach dem Homing ist eindeutig, wo sich die Frässpindel genau befindet.

**Werkstück-Nullpunkt:** Der Punkt, der vom Maschinennullpunkt aus angefahren und manuell am aktuellen Werkstück gesetzt wird, da die Fräse nicht von sich aus weiß, wo das Werkstück sitzt. Den Nullpunkt setzt man meist auf die Werkstückoberfläche oder auf die Arbeitsplattenoberfläche.

**Homing:** Referenzfahrt, automatisches Anfahren des Maschinennullpunktes

**End-/Referenzschalter:** zum Beispiel Rolentaster, induktive oder kapazitive Sensoren zum Referenzieren/Positionieren des Nullpunktes und Begrenzen des Arbeitsraums

**Z-Zustellung:** Eintauchtiefe des Fräasers pro Durchgang im Werkstück

**Fräsbahn:** Bewegung des Fräasers im Material innerhalb der X/Y-Ebene, wobei Material abgetragen wird. Kann außerhalb, innerhalb oder direkt einer Kontur in der digitalen Vorlage folgen

**Taschenfräsen:** Fläche innerhalb einer Kontur in definierter Tiefe komplett ausfräsen

**Planfräsen:** Fläche eben abfräsen

**Seitliche Zustellung** Überlappung der Fräsbahn beim Taschenfräsen. Je höher die Überlappung, desto feiner das Ergebnis.

**Freifräsen:** Bei eckigen Ausschnitten in der Vorlage fräst man an der Ecke so weit größer, dass in die Fräsung später ein eckiges Teil passt, etwa bei Zinkenverbindungen.

**Schruppen:** grobes Abnehmen von Material mit einem möglichst großen Fräser, um Zeit zu sparen. Dabei lässt man ein kleines Übermaß an Material stehen.

**Schlichten:** Abfräsen des Übermaßes nach dem Schruppvorgang, gegebenenfalls mit einem kleinerem Fräser, um eine saubere Oberfläche zu erhalten

**Wirbelfräsen/Trochodialfräsen:** Der Fräser arbeitet sich in kreisenden Bewegungen durchs Holz und hat so immer nur kurze Berührung zum Material. Dabei sind höherer Vorschub und hohe

Zustellung möglich und man nutzt den Fräser gleichmässig auf kompletter Schneide ab.

**Stege/Anbindungen:** Unterbrechungen der Fräsbahn, halten das Werkstück an seinem Platz, müssen anschließend weggeschliffen werden

**Sicherheitshöhe:** Während des Fräsvorgangs fährt der Fräser zwischen zwei Operationen auf die eingestellte Sicherheitshöhe, um das Werkstück oder Spannmittel nicht zu beschädigen

**Arbeitsplatte/Spannplatte:** bestückt etwa mit Einschraubmuffen, Einschlagmuttern oder Nutenplatte

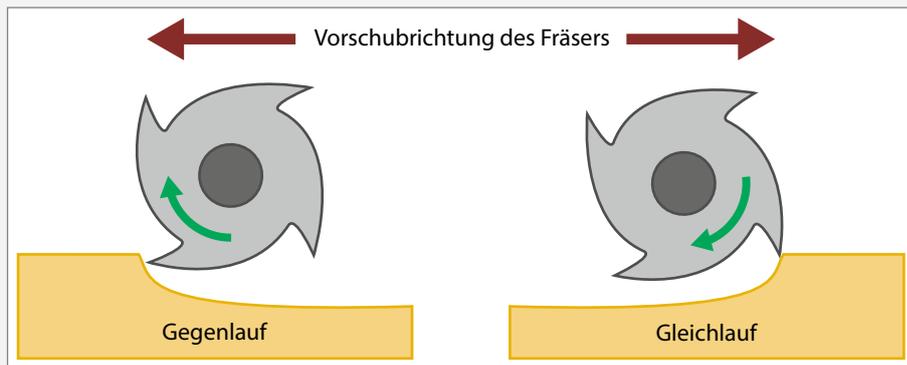
**Opferplatte:** Liegt auf der Arbeitsplatte und sollte plangefräst sein. Hierauf wird das Werkstück aufgespannt oder aufgeschraubt. Die Opferplatte schützt die Arbeitsplatte vor Frässpuren und kann leicht ausgetauscht werden. —pek

## Gleichlauf und Gegenlauf

Viele Fräsmotoren (ausgenommen solche mit Frequenzumrichtern) laufen in nur eine Drehrichtung, man kann aber im CAM-Programm einstellen, in welche Richtung der Fräser einen Werkzeugpfad abfahren soll. Dadurch kann man zwischen Gleichlauf und Gegenlauf wählen. Diese Begriffe beziehen sich auf den Moment, in dem der Fräser Kontakt zum Werkstück hat. Beim Gleichlauf-Fräsen bewegt sich die Schneide des Fräasers in Vorschubrichtung. Dabei wird die Kante sauberer und die Maschine hat weniger Last. Beim Gegenlauf-Fräsen arbeiten die Schneiden gegen die Vorschubrichtung, das Fräsbild wird bei gleicher Vorschubgeschwindigkeit gröber. Beim CNC-Fräsen ist deshalb Gleichlauf Standard. Bei der Arbeit mit der Oberfräse wird hingegen *stets im Gegenlauf* gefräst, weil bei Gleichlaufräsung per Hand eine hohe Rückschlaggefahr besteht (siehe auch Seite 42).

In der Fräspur entsteht im Material eine charakteristische Tropfenform, die je nach Vorschubrichtung unterschiedlich Last auf den Fräser bringt, wenn er aus dem Material austritt: Beim Gleichlauf trifft der Fräser steiler auf das Werkstück, nimmt anfangs viel Material und am Ende wenig ab und tritt so mit wenig Last wieder heraus, was sich in besserer Oberfläche widerspiegelt. Beim Gegenlauf ist es umgekehrt: Hier nimmt die Last auf den Fräser zu, bis er wieder aus dem Werkstück austritt.

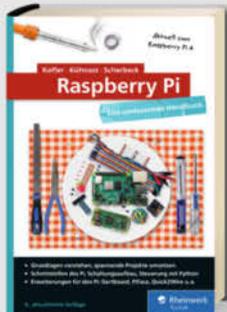
Fräst man eine Nut in Breite des Fräasers, hat man zwangsläufig auf einer Seite der Nut eine feine und auf der gegenüberliegenden Seite eine grobe Kante. Das lässt sich ausgleichen, indem man einen Schruppvorgang und einen Schlichtvorgang mit einem kleineren Fräserdurchmesser als die Nutbreite plant beziehungsweise eine Schlichtzugabe im CAM auswählt.



# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/fachliteratur

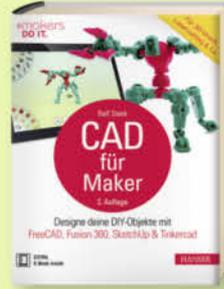


Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (6. Aufl.)**

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339  
[shop.heise.de/raspberry-6](http://shop.heise.de/raspberry-6)

44,90 € >

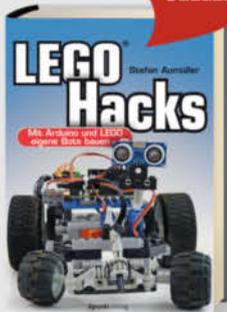


Ralf Steck  
**CAD für Maker**

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446456815  
[shop.heise.de/cad-buch](http://shop.heise.de/cad-buch)

34,00 € >



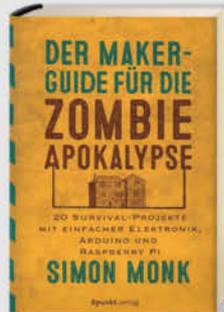
BEST-SELLER

Stefan Aumüller  
**LEGO® Hacks**

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt

ISBN 9783864906435  
[shop.heise.de/buch-legohacks](http://shop.heise.de/buch-legohacks)

29,90 € >



Simon Monk  
**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526  
[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

## Noch mehr Stoff für Maker

2012 Heft 1-3



2013 Heft 1-4



2014 Heft 1-4



2015 Heft 1-6



2016 Heft 1-7



2017 Heft 1-7



2018 Heft 1-7



2019 Heft 1-7



Alle Ausgaben  
bestellbar im  
heise shop  
[shop.heise.de/make-magazin](http://shop.heise.de/make-magazin)

Lies sie alle!

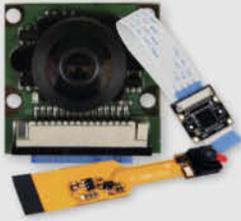
© Copyright by Maker Media GmbH.



# und Maker!

## Zubehör und Lesestoff

shop.heise.de/gadgets



### Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € >



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

shop.heise.de/flirc

23,90 € >



NEUER PREIS!

### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

~~69,90 €~~

shop.heise.de/arduitouch

36,90 € >



NEUER PREIS!

### Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

~~117,60 €~~

shop.heise.de/argon-set

99,90 € >



NEU

### NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. **Inklusive Netzteil!**

shop.heise.de/jetson

134,90 € >



28% RABATT

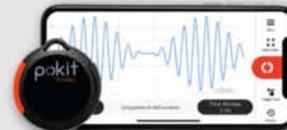
### Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

~~27,70 €~~

shop.heise.de/makey-paket

19,90 € >



### PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

94,90 € >

## 8 JAHRE BASTLER-KNOW-HOW KOMPAKT

Make Komplettarchiv 2012–2019.  
47 Ausgaben Make  
auf 32 GByte USB-Stick

shop.heise.de/make-archiv >



### ODROID-GO Advance Black Edition Aura Black

Die Retro-Konsole ODROID-GO Advance als Bausatz basiert auf Rockchip und bietet Ihnen portables Spielvergnügen à la Game Boy und dient auch als Emulator für Atari, PSX, PSP und mehr. **Jetzt im heise shop als neue Black Edition in coolem Aura Black.**

shop.heise.de/odroid-go

89,90 € >

heise shop

shop.heise.de >

# Stepcraft M.700

Mit der neuen M-Serie schließt das Mendener Unternehmen die Lücke zwischen den für Hobby und Modellbau gedachten D-Portalfräsen und der (auch preislich) industriell orientierten Q-Serie. Dank der hochwertigen Linearführungen und des universell konfigurierbaren Maschinentisches werden sich die neuen Maschinen auf dem Wunschzettel vieler ernsthafter Maker wiederfinden.

von Carsten Meyer



**D**rei neue Maschinen stellte Stepcraft in diesem Jahr vor: Die M.500, M.700 und M.1000, wobei die Zahl für den gerundeten Verfahrenweg in Längsrichtung steht. Im Unterschied zur D-Serie kommen bei den neuen Fräsen nicht mehr simple, direkt auf den Alu-Profilen laufende Rollen zum Einsatz, sondern hochwertige Linearschienen aus geschliffenem Stahl, zusätzlich kann man gegen Aufpreis auch Kugelumlaufspindeln ordern.

Das umfangreiche Stepcraft-Systemzubehör kann auch mit den neuen Maschinen eingesetzt werden: So stehen zum Beispiel ein 3D-Druckkopf oder ein Gravierlaser zur Verfügung, die anstelle des Fräsmotors montiert werden können. Für die Bearbeitung von Gummi und Leder gibt es ein oszillierendes Tangentialmesser, zum Plotten von Schriftfolien ein Schleppmesser und zum Schneiden von Styropor einen Heißdraht-Einsatz – und vieles andere mehr.

Unser Testgerät, die M.700, erreichte uns als Bausatz – ein sorgfältig verpacktes, 40kg schweres 3D-Puzzle auf Palette. Somit hatten wir schon beim Zusammenbau Gelegenheit, uns intensiv mit der Maschine zu beschäftigen: Die Bauanleitung umfasst gadenlose 96 Seiten, womit sich die Hersteller-Aussage „in wenigen Stunden aufgebaut“ als Euphemismus für „4 Tage Arbeit am Stück“ relativierte. Immerhin verstärkt das den so genannten IKEA-Effekt: Man tendiert dazu, ein Gut wertvoller einzuschätzen, wenn man es selbst zusammengesetzt hat. Zu guter Letzt sammelt man auch genügend Wissen, um die Maschine später selbst zu warten oder zu reparieren.

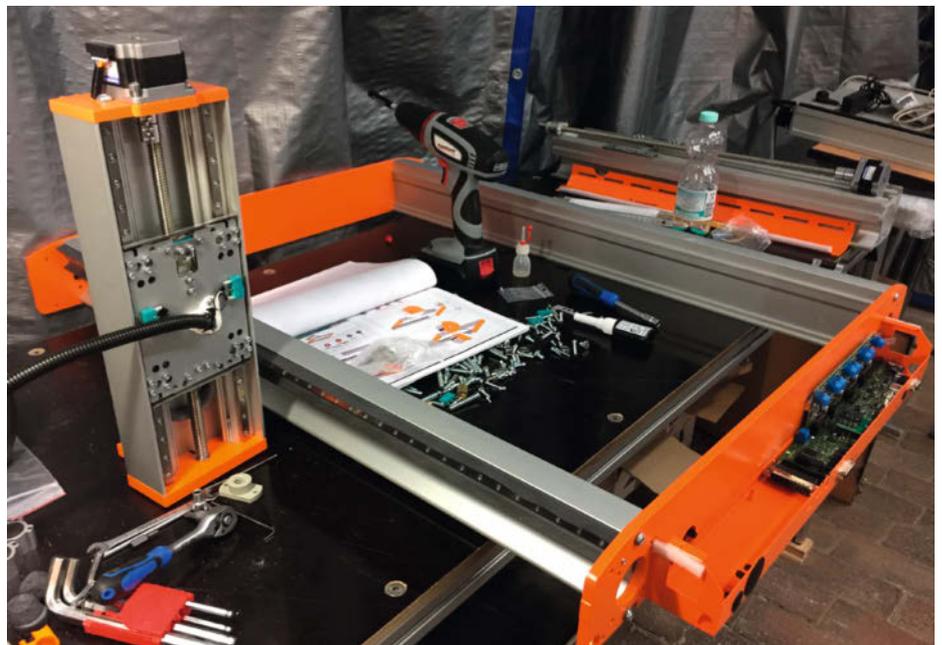
### Für Fortgeschrittene

Zweifelsohne rächen sich Nachlässigkeiten beim Aufbau spätestens beim Arbeiten mit der Maschine; für optimale Ergebnisse sollten Sie die Bauanleitung peinlich genau beachten, insbesondere die Anzugsmomente der Schrauben und die Verwendung des (im Kit enthaltenen) Schraubensicherungsmittels. Dem Bausatz liegt ein hochwertiger Drehmoment-Schraubendreheratz von Wera mit den benötigten Bits bei, zusätzlich sollten Sie noch einen Innensechskant-Schlüsselsatz (möglichst mit Kugelkopf, einige Schrauben sind sonst schwer zu erreichen), Elektronik-Seitenschneider, Anschlagwinkel und Messschieber bereitlegen.

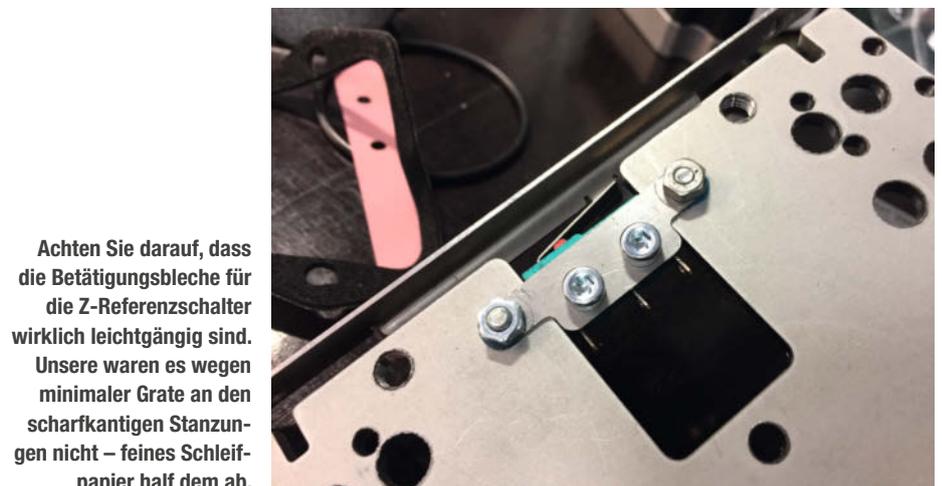
Trotz der reich bebilderten Bauanleitung (und einiger Erfahrung mit Portalfräsen) blieben uns Fehler nicht erspart: So waren zwei M3-Schrauben für das Halteblech der Z-Referenzschalter in der Anleitung zu kurz bemessen, wir ersetzten sie durch längere aus Eigenbestand. Später stellten wir fest, dass wir vergessen hatten, die Zuleitung der LED-Tischbeleuchtung (optionales, aber bei unserem Testgerät mitgeliefertes Zubehör) in den Y-Ka-



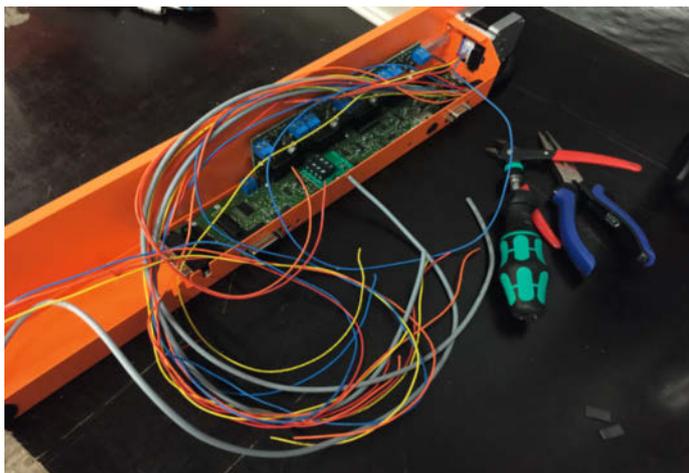
Die fertig aufgebaute M.700 passt gerade noch auf eine normale Werkbank.



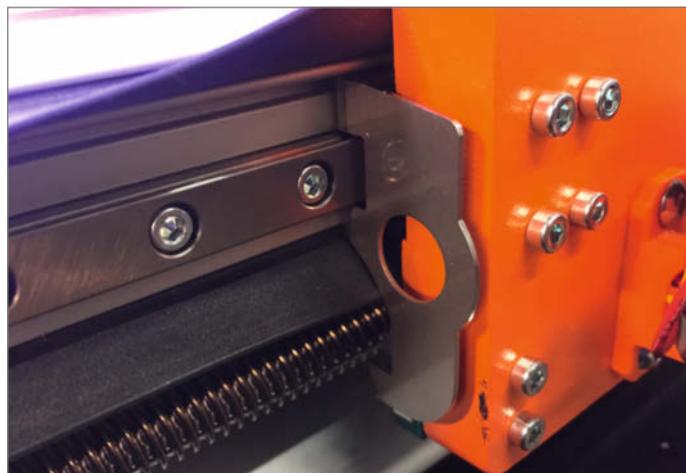
Nach drei Tagen nachmittäglichen Schaffens waren Z-Achse und Rahmen für die Endmontage bereit.



**Achten Sie darauf, dass die Betätigungsbleche für die Z-Referenzschalter wirklich leichtgängig sind. Unsere waren es wegen minimaler Grate an den scharfkantigen Stanzungen nicht – feines Schleifpapier half dem ab.**



Hätten wir die Kabelstränge vor dem mühsamen Einfädeln in das Schutzrohr gekennzeichnet, ...



Kleines Ärgernis: Das Betätigungsblech für die Y-Referenzschalter (Bildmitte, mit Loch) führte immer wieder zu Ungenauigkeiten bei der Referenzfahrt.



... müssten wir nun nicht eine Monozelle bemühen, um die Motor-Zugehörigkeit festzustellen.



Die Dryspin-Spindeln unserer Maschine sind pflegeleicht, aber etwas kritisch bezüglich der Spindelmuttern-Vorspannung. Gänzlich ohne Tadel: Die hochwertigen Linearführungen von Bosch-Rexroth.

belbaum einzufädeln. Laut Murphy steigt die Chance auf einen solchen Fehler proportional mit der Anzahl bereits angeschlossener Leitungen ...

Beim Anschluss der Motoren an die Steuerung ein weiterer Fauxpas: Welcher der im Steuerungskasten mündenden Kabelstränge gehört nun zu welchem Motor? Hier half eine simple Monozelle weiter: Wenn man einen Schrittmotor mit einem Gleichstrom beaufschlagt, wird er blockieren. Also: Rotes und gelbes (oder blaues und oranges) Motor-kabel an die Batterie halten und prüfen, welcher Motor sich dann nicht mehr leicht durchdrehen lässt. Die Alternative, die Kabelstränge des X- und Z-Motors halt vor dem fummeligen Einfädeln in das flexible Schutzrohr zu kennzeichnen, kam nach dem Beleuchtungs-Malheur kaum in Betracht – nicht das Ganze noch einmal!

Die recht dünnen Motorlitzen verlieren sich etwas in den üppig bemessenen Anschlussklemmen; passende Aderendhülsen liegen leider nicht bei. Bitte nicht ersatzweise mit dem LötKolben verzinnen: Lötzinn „kriecht“ unter Druck, nach einiger Zeit ist der Kontakt nicht mehr sichergestellt. Das sollte der Hersteller eigentlich auch wissen: Die Litzen des Not-Aus-Schalters, die ebenfalls in einer Schraubklemme münden, waren sauber verzinnt – das gibt Mecker vom Meister!

### Fummeln am Limit

Jede Achse besitzt zwei Referenzschalter (vorn und hinten, rechts und links, oben und unten), wodurch einerseits der Maschinen-Nullpunkt in jede Ecke des Arbeitsbereichs gelegt werden kann und andererseits ein Alarm ausgelöst wird, wenn irgendeine Achse an einen der Anschläge fährt – was im Betrieb natürlich nicht zulässig ist. Voreingestellt ist der Nullpunkt hinten links, einig professionelle

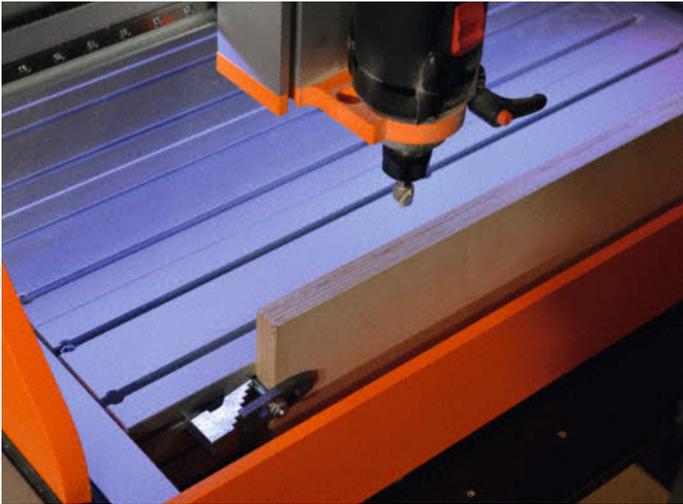
CAM-Programme verlangen aber einen vollständig „negativen“ Arbeitsbereich der Maschinenkoordinaten (Nullpunkt hinten rechts).

Nicht so recht erschloss sich uns die Funktion der mitgezogenen Betätigungsbleche für die Y-Referenzschalter (siehe Bild oben). Der Betätigungshebel der beidseitigen Mikroschalter rutscht gern mal aus der Aussparung heraus, womit sich der Schalterpunkt auf einer Seite der Maschine um über einen halben Millimeter verschiebt. Das hat dann zur Folge, dass die X-Traversal nach einer Referenzfahrt leicht verkantet wird und die Geometrie der Maschine nicht mehr stimmt.

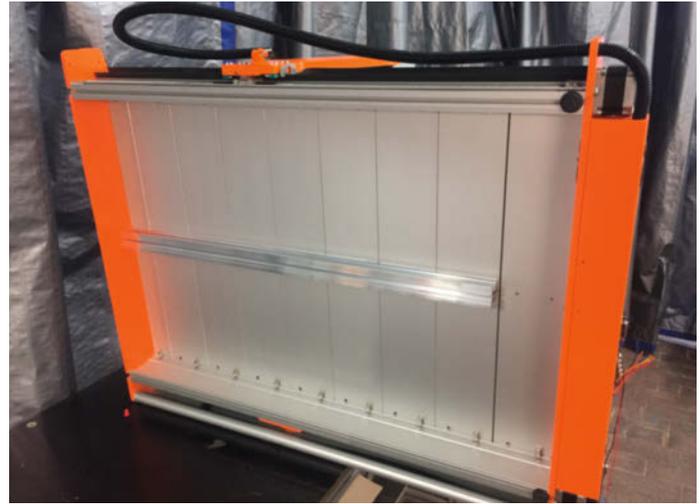
Pro-Tipp: Lassen Sie die kunstvoll geformten Bleche einfach weg und kontrollieren Sie die beidseitigen Schaltkontakte mit Durchgangsprüfer und Messschieber (Abstand zum Rahmen) auf exakte Gleichheit. Leider sind für die Mikroschalter keine Langlöcher vorgesehen, so dass man bei „verkantetem“ Schalten den Betätigungshebel auf einer Seite leicht zurechtbiegen muss.

Unsere Maschine wurde mit verschleißfesten Dryspin-Antrieben von igus geliefert – die sind äußerst unempfindlich gegen Schmutz und Kühlmittelspritzer, benötigen aber bei der Einstellung der Spindelmuttern-Vorspannung etwas Aufmerksamkeit. Ist die Vorspannung zu gering, handelt man sich ein unnötig großes Umkehrspiel und (wie in unserem Fall) starke Resonanzerscheinungen des Spindeltriebs ein. Eine zu große Vorspannung blockiert die Motoren oder verhindert zumindest, dass die Schrittmotoren höhere Geschwindigkeiten (bei denen sie weniger Drehmoment entwickeln) erreichen können.

Folgen Sie den Anweisungen der Bauanleitung deshalb genau, sehen Sie sich die Videos zur Bauanleitung an und fragen im Zweifel beim Hersteller nach. Eine Korrektur der Vorspannung sollte dann nach dem kompletten Zusammenbau der Maschine erfolgen, wenn



Der Maschinentisch lässt sich ganz oder teilweise auf einer zweiten Ebene montieren, man gewinnt dadurch rund 80mm Z-Weg. Über die 90°-Nuttenplatte lassen sich Werkstücke auch senkrecht einspannen.



Die mittige Stabilisierungsleiste unter dem Maschinentisch ist für eine universelle Konfiguration zu lang, es lässt sich nur eine T-Nutenplatte einsetzen. Für mehr Freiheit kann sie um 100mm pro Platte gekürzt werden.

die Steuerung angeschlossen ist und die Achsen manuell verfahren werden können. Die Schrauben zur Einstellung der Vorspannung erreicht man (etwas mühsam) bei abgenommenem Seitenblech oder durch Löcher an der Maschinenfront.

Unterschätzen Sie nicht diese abschließenden Arbeiten: Um die Geometrie der Maschine zu überprüfen, benötigen Sie einen Messschieber und einen Anschlagwinkel – es muss sichergestellt sein, dass die X-Achse genau senkrecht zur Y-Achse steht (über die bereits angesprochene Mikroschalter-Position) und alle Achsen klemm- und resonanzfrei laufen. Ein paar Zehntelmillimeter oder Winkelminuten können Sie noch durch die Bohrungstoleranzen der Befestigungsschrauben „herausholen“.

### Knatterton

Eine besondere Herausforderung war bei unserem Exemplar die an einer der Y-Führungen auftretende starke Resonanz bei höheren Verfahrensgeschwindigkeiten, die sich nur durch penible Einstellung der Spindelmuttern-Vorspannung einigermaßen bändigen ließ.

Die Resonanzen machen nicht nur einen beängstigenden Lärm, sondern führten bei uns auch zu Schrittverlusten auf einem der (mechanisch nicht gekoppelten) Y-Antriebe und zwangsläufig zu einem Verkanten der X-Traverse. Dann geht gar nichts mehr, man muss die Maschine abschalten und durch einen beherzten Griff in die Staubschutz-Abdeckung versuchen, die schuldige Spindel von Hand in eine „entspannende“ Richtung zu drehen.

Vollständige Abhilfe brachten erst ein paar Spritzer Silikonöl auf die Spindeltriebe. Trotzdem halten wir den im Steuerungs-Profil voreingestellten „Eilgang“ von 5100mm/min für

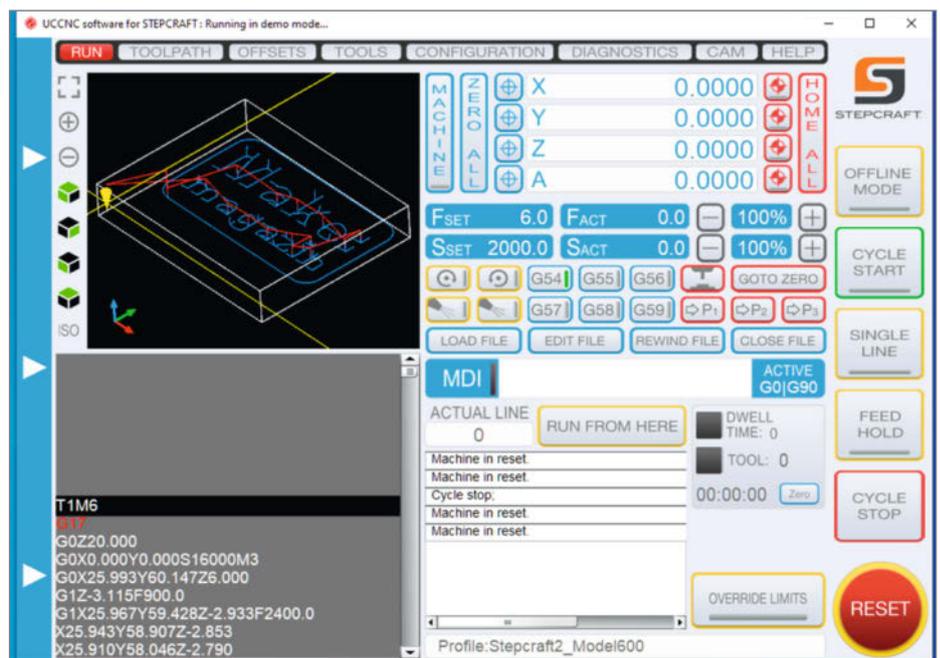
etwas optimistisch angesetzt; realistisch sind eher 4000mm/min, damit lief die M.700 sehr ruhig. Für eine Maschine ohne Steilgewinde- oder Kugelumlaufspindeln ist das immer noch ein respektable Wert: Bei Trapezspindel-Fräsen sind sonst 2500 bis 3000mm/min gängige Werte.

### Pfiffigkeiten

Sehr durchdacht ist der modulare Maschinentisch, der aus einzelnen T-Nutenplatten (aus Aluminium oder MDF) mit 100mm Breite zusammengesetzt ist und auf zwei Ebenen mon-

tiert werden kann. Als „Nutensteine“ reichen normale M6-Muttern. In der oberen Ebene stehen etwa 70mm Z-Durchlasshöhe zur Verfügung, in der unteren 150mm. Statt der T-Nutenplatte lässt sich auch eine Winkelplatte einsetzen, sodass Werkstücke auch senkrecht eingespannt werden können – erleichtert durch die Tatsache, dass die Maschine nach unten offen ist.

Das wird wohl derjenige zu schätzen wissen, der zum Beispiel eine Aussparung für die Klinkenbuchse in einen Gitarrenkorpus fräsen möchte: Stellt man die Maschine etwas „überstehend“ auf die Werkbank, kann man den



Die Bedienungsfläche von UCCNC ist aufgeräumt und lässt nichts vermissen; weitere Funktionen und Einstellungen erreicht man über die Tabs oben. Die Buttons zum manuellen Verfahren klappen automatisch vom blauen linken Rand aus.



**Erfreuliches Resultat:** Die stabilen Führungen und der ruhig laufende Fräsmotor sorgen für exzellente Fräsergebnisse.

Korpus unten aus der Maschine heraushängend einspannen.

Sogar ein Betrieb ganz ohne Maschinentisch ist möglich, wenn man die Maschine direkt auf das Werkstück (etwa eine Tür) stellt. Bei nicht allzu großen Schnittkräften reicht dann die Standfestigkeit der mit Fräsmotor immerhin fast 40kg schweren Maschine. In einem Video zeigt der Hersteller sogar, wie man eine Fußboden-Intarsie fräst – der reichlich bemessene Z-Verfahrweg macht's möglich. Bei Stepcraft heißt das dann „Freestyle Milling“.

Ein besonderer Clou sind dabei die anstelle der Gummifüße montierbaren (optionalen) Vakuumschienen, die an einen Staubsauger angeschlossen werden und die Maschine fest auf Position halten. Laut Hersteller reicht die Saugkraft sogar aus, um die Maschine an eine glatte Wand zu „kleben“ – angesichts des groben Mauerwerks in unserer Werkstatt haben wir das aber nicht ausprobiert.



**Für kleinere Teile lohnt sich ein flacher Maschinenschraubstock, wie er speziell für CNC-Fräsen angeboten wird. Dieser passt perfekt zum Nutenabstand (50mm). Vorteil: Es stehen bei der Bearbeitung keine Spannpratzen im Weg.**

## Fräsmotor

Für die Holzbearbeitung unbedingt empfehlenswert sind die Fräsmotoren 1050 FME und 1400 FME von AMB Elektrik (vormals Kress); Stepcraft liefert sie mit einem passenden Steuerkabel für die Drehzahlsteuerung über die Controller-Elektronik. Trotz seiner Ausführung als Kollektor-Universalmotor ist auch der stärkere 1400 FME relativ leise und sehr lauf ruhig. Die mitgelieferte 8mm-Spannzange ist für größere Fräser gedacht; bestellen Sie gleich die Spannzangen mit 6 und 3,175mm Durchmesser mit, dann sind Sie für jeden Fall gewappnet.

Dank der 43mm-Spannhalsaufnahme lassen sich aber auch übliche Oberfräsen-Motoren verwenden. Auf den Komfort der programmgesteuerten Drehzahleinstellung muss man dann allerdings verzichten. Zusätzlich liefert Stepcraft auch Adapter für Proxxon- und Dremel-Handmotoren.

Deutlich bis sehr deutlich teurer sind die so genannten HF-Spindel motoren, die dank Drehstrommotor besonders leise arbeiten. Sie benötigen aber immer einen externen Frequenzumrichter und bei Fremdfabrikaten auch oft eine Wasserkühlung (die den Preisvorteil einer „chinesischen Lösung“ schnell zunichtemacht).

## Software

Bei der Software-Ausstattung stehen zwei Optionen zur Verfügung: Einmal das bewährte WinPC-NC vom Ingenieurbüro Lewetz und dann noch das hierzulande weniger bekannte UCCNC der ungarischen Firma CNCdrive, das mit unserer Maschine geliefert wurde. Beide werden über einen USB-Adapter betrieben. Wer will, kann natürlich auch eine eigene Steuerung anschließen – die Signale auf der 25poligen D-Sub-Steckverbindung sind GRBL- und Mach3-kompatibel.

UCCNC macht einen professionellen, aber nicht überfrachteten Eindruck – im Unterschied zu manchen Mach3-Installationen, bei denen es auf dem Bildschirm aussieht wie nach der Explosion in einer Gummibärchen-Fabrik. Das Bedienungsfenster skaliert sich automatisch auf die Bildschirmgröße, selbst mit kleineren und älteren Notebooks ist ein sinnvoller Betrieb möglich.

Wie bei Mach3 lassen sich die Bedienungsoberfläche und die Anzahl der dargestellten Elemente nahezu frei konfigurieren. Stepcraft liefert angepasste „Skins“ (eingedeutschte Beschriftung) mit, ebenso voreingestellte Profile für die einzelnen Maschinen. Kleinere Anpassungen (wie bei der erwähnten Eilgang-Geschwindigkeit) sind schnell erledigt.

Als reine Maschinensteuerung arbeitet das Programm fertig vorbereiteten GCode ab, man benötigt also (fast) immer ein CAM-Programm

zur Aufbereitung der Zeichnungen und Modelle (z.B. das preiswerte Estlcam). Für „ebenenmal“-Vorhaben ist immerhin ein DXF-Import enthalten, der 2,5D-Fräsbahnen mit Werkzeugdurchmesser-Korrektur anhand der Zeichnungsdaten errechnen kann.

Das manuelle Verfahren klappt tadellos, für die Bedienung mit der Maus würden wir uns allerdings noch Buttons mit abgestuften Verfahrgeschwindigkeiten wünschen; die prozentuale Einstellung ist auf Dauer etwas umständlich. Als Jog-Hilfe lässt sich glücklicherweise auch ein Gamepad oder – ganz luxuriös – die optionale drahtlose Fernsteuerung mit Handrad (150 Euro) konfigurieren.

## Fazit

Der Bausatz ist nichts für Einsteiger – solide Heimwerker Erfahrung und technisches Know-How sind schon erforderlich. Andererseits: Wer diese Erfahrung nicht hat, wird auch kaum etwas mit einer solchen Maschine anzufangen wissen. CNC-Technik ist mit ihren gehobenen Ansprüchen an den Bediener keinesfalls mit dem 3D-Druck gleichzusetzen, und mit der Anschaffung von Verbrauchsmaterial von der Rolle ist es auch nicht getan.

Einmal aufgebaut und eingerichtet macht die M.700 rundherum Freude – man ist schnell versucht, eine der zahlreichen Erweiterungen zu bestellen, zum Beispiel die Staubabsaugung, denn Fräsen macht nicht nur Krach, sondern auch Schmutz. Als sinnvolle Grundausstattung empfiehlt sich ein größerer Fräser-Vorrat (zum Beginn einer CNC-Karriere gibt es öfter mal Bruch) sowie der Spannmittel-Satz (wie im Aufmacher zu sehen). Zur Holzbearbeitung ist die standardmäßige MDF-Nutenplatte ausreichend.

Eine sorgfältig eingerichtete M.700 ist durchaus in der Lage, auch Aluminium zu fräsen, Messing zu gravieren oder Platinen zu bohren; Stabilität und Wiederholgenauigkeit (weniger als 0,05mm mit Dryspin-Antrieb) reichen dafür aus. Die Bearbeitung von Buntmetallen erfordert allerdings einen Maschinentisch, der gegen Kühl-/Schmiermittelrückstände resistent ist: Bei kleinen Portalfräsen greift man gern zu einer Minimalmengen-Sprühkühlung, die einen feinen Kühlmittelnebel mit Druckluft auf das Werkstück bläst. Der MDF-Tisch würde aber durch Kühlmittel-tropfen schnell aufquellen, somit muss man rund 320 Euro Aufpreis für die Aluminium-Nutenplatte einkalkulieren.

Der Bausatz kostet in der Grundausstattung rund 2340 Euro, die Steuerungssoftware gibt es für 194 Euro. Wer noch keinen Fräsmotor besitzt, kann auf das preislich attraktive Bundle-Angebot (inklusive Fräsmotor mit Spannzangen und Fräser-Satz) zurückgreifen. —cm

# Früher war alles besser!



Willkommen in der Welt der Classic Games, wo Computer- und Videospiele viel Kreativität und Spielspaß versprochen – und bis heute halten. Wir stellen Spiele, deren Entwickler und Plattformen vor. Bei Retro Gamer finden Sie Screenshots, Fakten, Tipps und mehr zu den Hits von damals.

**Testen Sie 2 × Retro Gamer mit 30 % Rabatt!**  
Lesen Sie 2 Ausgaben für nur 18,- Euro\* statt 25,80 Euro\* im Handel.

Jetzt bestellen und vom Test-Angebot profitieren:  
[www.emedia.de/rg-mini](http://www.emedia.de/rg-mini)

© Copyright by Maker Media GmbH.

Telefon: (0541) 800 09 126  
werktags von 8 – 20 Uhr,  
samstags von 10 – 16 Uhr  
E-Mail: [leserservice@emedia.de](mailto:leserservice@emedia.de)  
Post: eMedia Leserservice  
Postfach 24 69  
49014 Osnabrück

\*Preis in Deutschland.

# Book Nook: Diorama-Buchstütze aus dem Lasercutter

Diese leuchtende Buchstütze aus dem Lasercutter eröffnet den Blick auf eine verwinkelte Gasse – die direkt in das eigene Lieblingsbuch führt.

von Rebecca Husemann



Auf Etsy und Pinterest waren sie plötzlich überall: Leuchtende *Book Nooks*, kleine Holzkästen, die als Buchstützen im Bücherregal sitzen und mal eine Gasse, mal das Tor nach Moria oder den Blick nach Narnia zeigen. Ein bisschen erinnern sie an die Dioramen, die man schon in der Grundschule in einen Schuhkarton bauen durfte.

Die Book Nook, die mich zu diesem Projekt inspiriert hat, führte den Betrachter in die Winkelgasse aus Harry Potter. Vorgelasserte Bausätze bewegen sich preislich allerdings um die 100 bis 150 Euro – da dachte ich mir, „Das kann ich doch günstiger selber machen!“ Gesagt, getan. (Spoiler: Wenn man einen Gemeinschaftslaser nutzt, bei dem man für die Laserzeit zahlt, kommt man eventuell nicht viel günstiger weg.)

Auf diese Weise konnte ich auch meine eigene literarische Lieblingswelt als Book Nook aus Holz verwirklichen: Buchhaim, *die Stadt der träumenden Bücher*, aus dem gleichnamigen Roman von Walter Moers. Buchhaim ist eine alte Fachwerkstadt, in der sich alles um Bücher dreht – von der Herstellung bis zum Verkauf.

Mir war gleich klar, dass ich dieses Projekt mit dem Lasercutter umsetzen wollte. Zum einen wäre die Book Nook mit einer Laubsäge noch längst nicht fertig, zum anderen kann man wunderbar mit den Gravurtiefen und Gravurfarben spielen, um eine möglichst überzeugende Holzstadt zu bauen.

## Analyse

Bei einem Projekt wie diesem ist es sinnvoll, nicht alle Details zu genau vorher zu planen. Die besten Ideen kommen oft erst beim Bauen. Eine gute Grundlage braucht man natürlich trotzdem:

Daher habe ich zuerst einige Book Nook-Bausätze auf der Webseite etsy.com analysiert. Mir fiel schnell auf, dass alle Book Nooks, die eine Gasse zeigen, eine Gemeinsamkeit haben: An der Rückwand der Book Nook stehen die Hausfassaden schräg und leicht versetzt voreinander. So wird die Illusion erzeugt, dass die Straße hinter einer Biegung verschwindet. Damit wirkt die Gasse sehr lebensecht. Zusätzlich bietet diese Technik den Vorteil, dass man hinter den schräg stehenden Hausfassaden die Elektronik, eventuelle Akkus und Mikrocontroller verstecken kann. Eine wichtige Rolle spielen auch die Hausdächer. Die Straße wirkt realistischer und in sich abgeschlossen, wenn die Dächer von der Oberkante aus in den Raum ragen.

Und, ganz wichtig, die meisten Book Nooks sind beleuchtet. In vielen von ihnen scheint das Licht aus Erkern und große Schaufenstern. Eine Book Nook funktioniert natürlich auch ohne Beleuchtung, aber die Wirkung im Bücherregal mit leuchtenden Lichtern ist ziemlich umwerfend.

## Kurzinfo

- » 3D-Häuser in 2D entwerfen – mit Inkscape
- » Sperrholz: Tipps und Tücken
- » LEDs in das Diorama integrieren

### Checkliste



**Zeitaufwand:**  
60 bis 100 Stunden



**Kosten:**  
50 Euro + Laserkosten



**Lasercutter:**  
Holzelemente schneiden und gravieren



**Löten:**  
einfache Lötarbeiten

### Mehr zum Thema

- » Heinz Behling, Schneiden und gravieren, *Make* 4/2018, S. 126
- » Heinz Behling, Laser für Leser, *Make* 3/2018, S. 16
- » Peter König, Gratis-CAD für Maker, *Make* 4/2018, S. 90

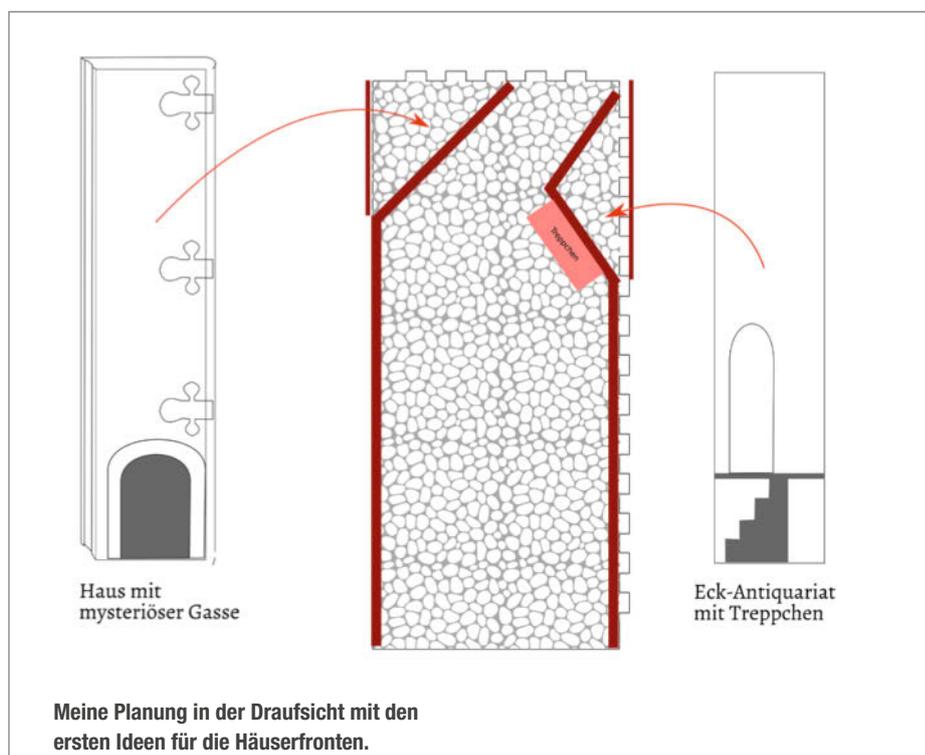
Alles zum Artikel  
im Web unter  
[make-magazin.de/xpg3](http://make-magazin.de/xpg3)

### Material

- » Sperrholz Birke 3 Platten, 3mm, 60x30cm
- » Sperrholz Pappel 1 Platte, 3mm, 60x30cm
- » Transparentpapier aus dem Architekturbedarf
- » Modellbaukleber oder Holzleim, schnell-trocknend, Flasche mit feiner Spitze
- » Einfarbige LEDs 5mm oder kleiner
- » Flacker-LEDs und Farbwechsel-LEDs 5mm oder kleiner
- » Litze
- » Schrumpfschlauch
- » 2-3 Batteriehalter für Knopfzellen
- » Knopfzellen
- » 2-3 Schalter
- » Vernähbare LEDs (optional)
- » Leitfähiges Garn (optional)
- » Kreppband

### Werkzeug

- » Lasercutter
- » LötKolben und Lötzinn
- » Abisolierzange





Und so sah dann die Realität aus. Die hinteren Häuser musste ich weniger schräg stellen, da man sonst die liebevoll verzierten Fronten kaum gesehen hätte.

### Diorama planen

Auf Basis dieser Recherche habe ich meine ersten Einfälle und Assoziationen notiert. Anschließend habe ich mich an die konkrete Planung gemacht: Wie groß und breit soll die Book Nook sein? Wie soll der Blick der Betrachter gelenkt werden? Wo ragen Elemente in den Raum und welche könnten es sein?

Um die Maße zu bestimmen, habe ich mich an den Hardcover-Büchern orientiert, zwischen denen meine Book Nook stehen sollte. Die Höhe und Tiefe dieser Bücher habe ich direkt übernommen, nur die Breite musste ich etwas erweitern, damit ich genug Platz für alle Elemente und das geschäftige Treiben auf der Straße hatte. Ich habe mich für 8cm Breite, 17cm Höhe und 24cm Tiefe entschieden. Am besten sollte die Book Nook so breit sein, dass man Elemente platzieren kann, ohne dabei alles andere umzuschubsen. Hier sind die eigenen Hände der beschränkende Faktor, nicht der Detailgrad des Lasercutters.

Danach habe ich eine Draufsicht skizziert und die Breite der einzelnen Häuser festgelegt. Die individuellen Häuserfronten wurden wegen der Hardcover-Maße sehr hoch und schmal (zwischen 2cm und 5cm Breite). Fachwerkhäuser eignen sich zufällig besonders gut, da sie im wahren Leben auch oft ungewöhnlich schmal sind. An diesem Punkt habe ich gleichzeitig festgelegt, wie der Blick der Betrachter durch die Book Nook geführt wird. In meinem Fall soll der Blick nach hinten links in eine versteckte Seitengasse gelenkt werden, die hinter einem Torbogen gespenstisch leuchtet. Daraus hat sich Position und Größe der schräg stehenden Häuser an der Rückwand ergeben.

Nachdem die Maße feststanden, habe ich von meinen Ideen für die Hausfronten ein paar schnelle Skizzen gemacht und mir im Anschluss Fotos von echten Fachwerkhäusern angeschaut, um die Skizzen weiter auszuschnürceln. Ein guter Startpunkt sind Elemente wie freistehende Treppen, Balkone, Erker, Giebel, Schaufenster, Ladenschilder und Straßenlaternen.

Dazu bietet hier eine weitere Eigenschaft von Fachwerkhäusern einen großen Vorteil:

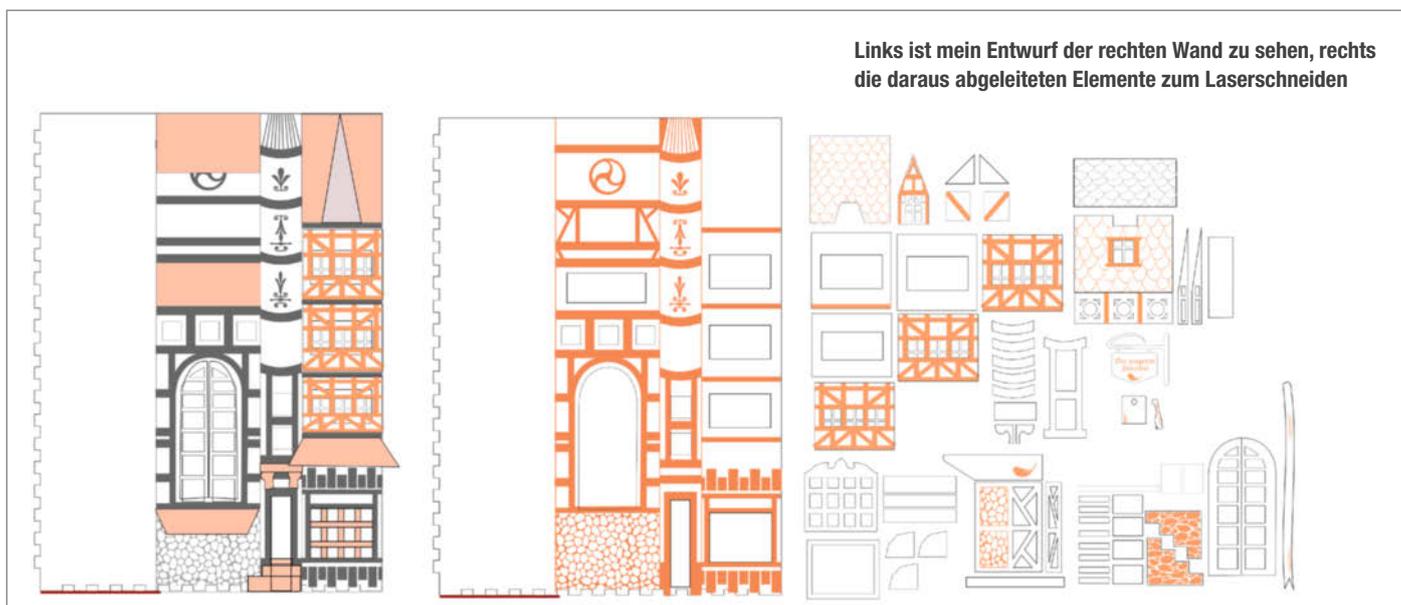
Oft werden sie zum Dach hin breiter (die sogenannte *Vorkragung*) und die Giebel lehnen sich regelrecht nach vorne. Wenn man diese Eigenheit übernimmt, bilden die Dächer an der Oberkante der Book Nook einen schönen Abschluss, während man unten genug Platz für viele Details hat.

Um sich die Gasse im 3D-Raum vorzustellen und sie in eine 2D-Skizze zu übersetzen, benötigt man eine gute räumliche Vorstellungskraft. Alternativ kann man diese Planungsskizze in einem 3D-Programm wie *FreeCAD* oder *Blender* (siehe auch unsere Tutorials, Link in der Kurzinfo) erstellen.

Nachdem mir das Layout der Gasse gefiel, habe ich festgelegt, welche Bereiche ich beleuchten möchte und sie in der Skizze vermerkt. Das waren zum Beispiel sämtliche Fenster und Erker. Diese mussten also auf jeden Fall tief genug sein, damit ich LEDs unterbringen konnte. Neben Fenstern kann man natürlich auch freistehende Elemente wie Straßenlaternen, Figuren und Gefährte beleuchten. Dazu muss man allerdings von Anfang an einplanen, wie die Stromversorgung im Innenteil der Book Nook aussehen soll – denn sie sollte möglichst unsichtbar sein.

### Layout in Inkscape

Für meine "Architekturzeichnungen" und die Erstellung der Laservorlage habe ich das quell-offene Vektorgrafik-Programm Inkscape genutzt. Und warum kein 3D-Konstruktionsprogramm? Ich finde den 2.5D-Look, der durch die Konstruktion in Inkscape und das resultierende Schichteln entsteht, sehr charmant. Außerdem ist es so einfacher, die Gravuren anzulegen. Das Schöne ist, dass sich bei der Arbeit mit Inkscape alle Maße und Winkel aus den anliegenden Teilen ergeben und man



Links ist mein Entwurf der rechten Wand zu sehen, rechts die daraus abgeleiteten Elemente zum Laserschneiden

nichts messen muss – das spart viel Zeit und Rechnerei. Am Ende wirft Inkscape eine SVG-Datei aus, die zum Beispiel das Lasercutter-Programm LightBurn nativ lesen kann.

Zunächst habe ich mit dem Online-Tool *boxes.py* eine Box in der passenden Größe als Vektorgrafik generiert. Hier bietet sich das Modell „OpenBox“ an (siehe auch Seite 129). Es gibt außerdem die Inkscape-Extension „Box Maker Extension“, die den gleichen Zweck erfüllt (Link in der Kurzinfo). Da ich die linke Wand mit einem Scharnier zum Aufklappen versehen wollte, habe ich in Inkscape die Zinken auf dieser Seite entfernt. Wer die Box mit Verzinkung lieber ganz selbst entwerfen möchte, findet auf Seite 128 eine Anleitung dazu, wie man Spaltmaße perfektioniert – damit hinterher alles perfekt zusammenpasst.

Dann habe ich mir eine Wand nach der anderen vorgeknöpft und direkt eingezeichnet, wie sie aussehen soll – also alle Fenster, Balken, Giebel, Markisen und Vorsprünge eingefügt. Anschließend habe ich diese Zeichnung dupliziert und aus dem Duplikat nach Art einer Explosionszeichnung die einzelnen Laserelemente in Schichten abgeleitet.

So entstanden als erstes die Außenwände, in denen primär Aussparungen für die LEDs vorgesehen sind. Ich habe auch einige Gravuren eingefügt, zum Beispiel Fachwerkbalken. Im Nachhinein hätte ich an dieser Stelle Laserzeit sparen können, da ich viele Gravuren später doch überklebt habe.

An allen Stellen, an denen Aussparungen für die Fenster in der Außenhülle sind, müssen bei 5mm dicken LEDs und 3mm dickem Holz mindestens eine, besser zwei, Holzschichten zwischen Aussparung und Fensterrahmen liegen, damit es tief genug für die Beleuchtung ist. Die LEDs sollten so weit vom

Fensterrahmen entfernt sitzen, dass sie diffus durchleuchten.

Aus meinen Box- und Holzmaßen kann ich alle anderen Maße ableiten. Wenn mein Holz 3mm dick ist und ich maximal 1cm tief in die Gasse bauen möchte, hab ich schon mein Minimum und Maximum definiert. Die tiefste Vorkragung eines Fachwerkhauses sollte somit maximal drei bis vier Schichten dick sein. Erker wollte ich auch nicht tiefer als 1,5cm bauen, da sie sonst den Blick zu sehr versperren.

In Inkscape arbeitet man direkt in den Originalmaßen wie mm oder cm. Und so konstruiert man beispielsweise einen Erker: Für einen Erker mit Schrägdach bin ich von der Höhe des Elements ausgegangen, die ich auf meiner Rückwand vorgesehen habe. Diese kann ich 1:1 von der Rückwand kopieren. Die Höhe der Front bestimmt auch die Höhe der beiden Seitenteile. Die Tiefe des Erkers – und damit die Breite der Seitenteile – habe ich frei nach Geschmack gewählt. Aus der Höhe der Front und der Tiefe der Seitenteile ergibt sich dann direkt der Winkel, mit dem das Dach aufliegt. Das Dach konnte ich dann entweder bündig abschließen lassen oder es für eine größere Dachtraufe verlängern. Der Boden ergibt sich aus der Breite der Seitenteile (plus 3mm für die Holzdicke des Frontstücks) und der Breite der Front.

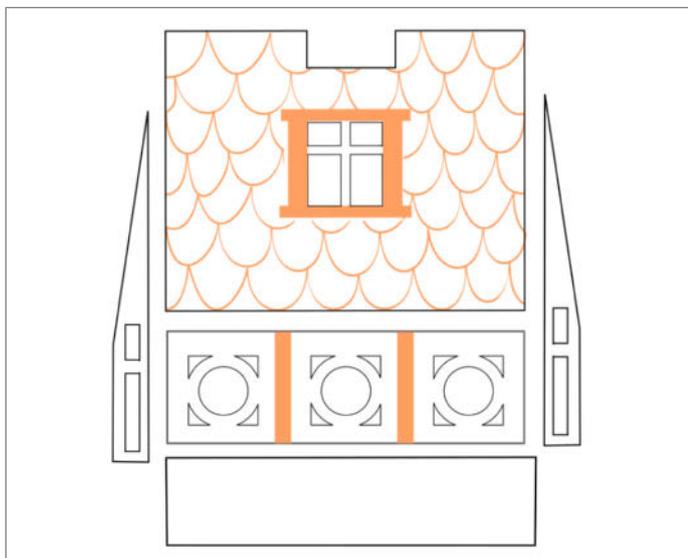
### Gravuren und Dekoration

Nachdem ich diese Schnittformen definiert habe, hab ich sie mit Gravuren versehen. Gravuren muss man in der Software farbig gefüllt anlegen, damit die Lasersoftware zwischen Schnittlinie und Gravur unterscheiden kann. Wenn man systematisch mehrere Farben nutzt, kann man ihnen später unterschiedliche

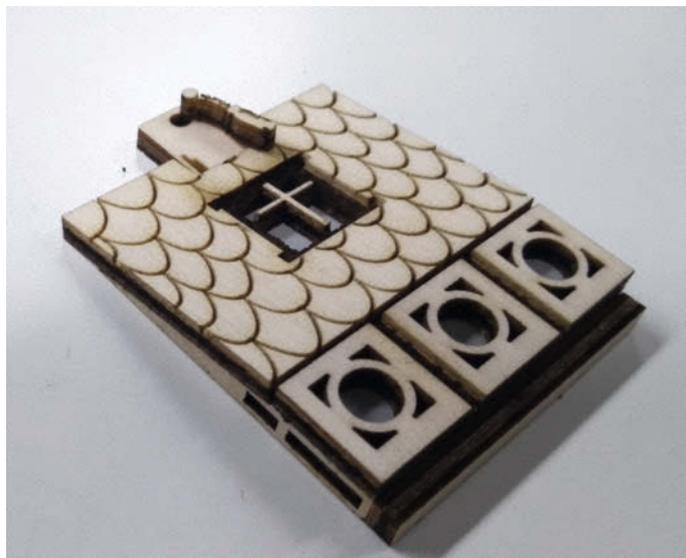


Die rechte Wand, nachdem ich alle dekorativen Elemente, Fenster, Dächer und Treppchen aufgeklebt habe.

Gravurintensitäten zuordnen. Da die Gravur im Holz dunkel erscheint, muss man beim Gestalten oft im „Negativ“ denken. Dabei sollte man gleich bedenken, dass man überlappende Gravuren hinterher über die Vereinigungs-Funktion verbinden muss. Wenn zwei Gravuren sich überlagern, sparen Laserprogramme diese sonst aus – das merkt man aber spätestens in der Vorschau des Programms.



Ein in Inkscape konstruierter Erker



Der fertig geschnittene und geklebte Erker



Die nackte Hausfront sieht so noch etwas langweilig und zweidimensional aus.



Dieselbe Hausfront mit unterschiedlichen Deko-Elementen, die sie lebensechter wirken lässt.

Da das Erstellen von Texturen zum Gravieren zeitaufwendig ist, habe ich mich auf zwei beschränkt: Kopfsteinpflaster und Dachschindeln. Diese Texturen habe ich als wiederholbares Muster angelegt und unterschiedlich skaliert und gestaucht, damit es nicht zu gleichförmig aussieht. Bei den Mustern sollte man darauf achten, dass sie beim Laserschneiden gefüllte Flächen sind und keine Umrisslinien. Sonst wird das Muster aus dem Holz geschnitten, statt graviert.

Meine Book Nook sollte allerdings nicht nur aus normalen Häusern bestehen, sondern den Geist der bücherversessenen Stadt Buchhaim rüberbringen. Dazu habe ich mehrere Ladenschilder mit so klingenden Titeln wie "Der singende Federkiel" entworfen, kleine Bücherregale gezeichnet und ein ganzes Haus mit einem Buchrücken und einem Lesebändchen versehen. Ein kleiner Wegweiser mit Buchhaimischen Straßennamen durfte natürlich auch nicht feh-

len. In Buchhaim wird häufig scherzhaft betont, dass „alles in Fraktur“ ist, daher habe ich alle Beschriftungen in Fraktur gesetzt. Dabei sollte man immer daran denken, die Schriften vorm Lasern in Pfade umzuwandeln.

Damit die Straße lebendig und ein bisschen „echt“ wirkt, sollten dort viele Wesen herumwuseln und Objekte herumstehen. Zu diesem Zweck habe ich einige der vielfältigen Fabelwesen aus Moers' Buch gelaesert. Diese sind zwischen 4cm und 5cm hoch geworden. Beim Zeichnen der Vektorgrafik muss man wegen der winzigen Maße abstrahieren: Welche Linien sind wichtig, damit man den Charakter erkennt? Reicht eventuell schon der Umriss? Ein kleiner Hack ist es, ein Bild des Charakters oder Objekts zu nehmen und es mit einem Bildbearbeitungsprogramm wie Gimp vorzubearbeiten. Dazu wandelt man es erst in Graustufen um und dreht dann den Kontrast hoch, bis man mit dem Ergebnis zufrieden ist. Danach paust man es in Inkscape ab.

Wenn man bereits eine gute Schwarz-Weiß-Zeichnung des Objekts besitzt, kann man in Inkscape die Funktion „Bitmap nachzeichnen“ benutzen, um daraus automatisch eine Vektordatei zu erzeugen. Anschließend muss man eventuell noch ein paar Vektorpunkte von Hand verbessern.

Wer sich nicht kreativ genug fühlt, um sich aus dem Stand Fachwerkhäuser auszudenken, kann zum Beispiel auch Architekturzeichnungen von Häusern in Inkscape direkt abzeichnen.

Meine Schnittdateien sind unter den Links in der Kurzinfo zu finden – natürlich ohne die markenrechtlich geschützten Figuren.



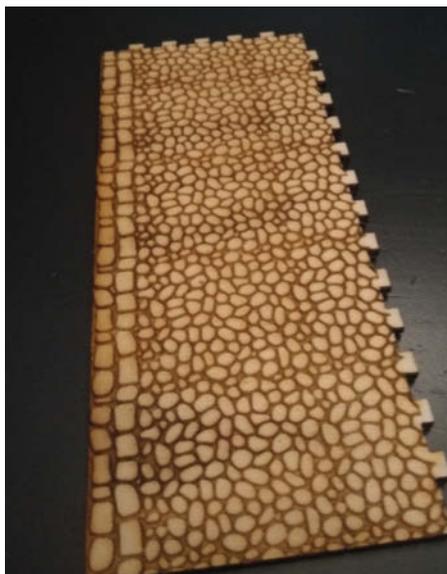
Die Gravuren für diese winzigen Werkstücke muss man aufs Wichtigste reduzieren.



Links ist ein Hausanbau aus Pappel gelasert, rechts aus Birke. Das Häuschen aus Pappel ist weitaus gelblicher und hat intensivere Schmauchspuren als das Birkenhäuschen. Bei gleicher Gravurstärke und Schnittstärke waren die Birkenanteile nicht perfekt ausgeschnitten und teilweise brüchig.

## Gebogene Holzelemente

Es gibt eine Lasertechnik, mit der man Holzplatten biegsam machen kann. Die Technik heißt *lattice hinges*, also auf Deutsch etwa *Gitterscharnier*. Dabei werden viele Schlitzte in einer geometrischen Anordnung versetzt nebeneinander gelasert. So entsteht eine kettenhemdartige Struktur im Holz, die es an dieser Stelle biegsam macht. Bei großen Holzstücken funktioniert das wunderbar. Ich habe versucht, mit dieser Technik kleine Buchrücken für meine Stadt zu schneiden. Dafür war das Werkstück leider zu klein und ist gebrochen. Wenn man mit dieser Technik schon Erfahrung hat, kann ich sie mir aber als schöne Ergänzung für Markisen und andere Elemente vorstellen.



Bei der Bodenplatte waren die Verbrenneigenschaften von Pappelholz nützlich – der visuelle 3D-Effekt entsteht beim Schneiden ganz von allein.



Den Kontrast der Holzsorten kann man beim Vergleich der Steinmuster von Boden und Wänden gut erkennen.

## Holzsorten, Tücken und Chancen

Da ich die Book Nook unlackiert lassen wollte, war die passende Wahl des Holzes sehr wichtig. Ich hatte allerdings auch den Wunsch, möglichst viele Holzreste aus der Werkstatt zu verwenden. Das hat mir einige Enttäuschungen beschert, denn jedes Stück Sperrholzplatte verhält sich anders. Große Unterschiede gibt es natürlich beim Wechsel zwischen Hölzern, doch auch innerhalb einer Holzsorte können Platten stark voneinander abweichen.

Besonders stark habe ich diese Unterschiede beim Gravieren bemerkt. Verschiedene Holzarten, wie Birke und Pappel, verbrennen unterschiedlich tief und in abweichenden Farben bei gleichen Gravureinstellungen. Das hängt zum einen von der Holzsorte an sich ab, aber auch vom Leim, mit dem die – üblicherweise – drei Schichten verbunden sind. Durch die Schichtung kann es auch passieren, dass Ober- und Unterseite der gleichen Platte unterschiedlich auf die Gravur reagieren. Bei Holzplatten aus dem Modellbau kann die Oberfläche zusätzlich behandelt sein.

Da Holz ein Naturmaterial ist, sind die Platten teilweise uneben, so dass die Gravur in einem Motiv unterschiedlich tief ausfallen kann. Auch die Position von Astlöchern sollte man beachten. Bei so kleinen Motiven, wie ich sie gelasert habe, kann man schon von einem Bereich auf dem Holz zum nächsten einen großen Unterschied feststellen – einfach, weil das Holz leicht gewellt ist. Daher habe ich vorher meist mit einem kleinen Gravurquadrat getestet, ob an dieser Stelle Gravur und Schnitt passen.

Am besten gefallen hat mir das Birken-Sperrholz, da es sehr schwarz und sauber verbrennt und die Gravur einen schönen Kontrast zum weißen Holz bildet. Das passte besonders gut zum Fachwerk.

Beim Kopfsteinpflaster-Boden kann man die Auswirkung der Holzsorte gut erkennen. Pappel verbrennt gelber als Birke und die Schnitte sehen bei gleicher Gravurtiefe flacher aus. Außerdem verschmaucht es stärker, so erhalten die Gravurflächen einen dunkleren Randbereich. Diesen Effekt wollte ich bei den Fachwerkhäusern vermeiden, beim Kopfsteinpflaster konnte ich ihn hingegen zu meinem Vorteil nutzen. Dank der Schmauchspuren und der hellen Gravur sehen die Steine sehr plastisch aus. Die meisten Menschen erwarten, dass sie bei Berührung knubblige Steine erastasten, doch die Oberfläche ist komplett eben.

Für die Dächer habe ich zum Teil auch Pappelholz benutzt, um sie etwas abwechslungsreicher zu gestalten. Da Pappel günstiger ist, eignet es sich auch gut für die Außenwände: Diese werden ohnehin zum Großteil mit anderen Holzelementen geklebt.

Um sich Enttäuschungen zu ersparen, sollte man insbesondere am Anfang lieber viele kleine Motive nacheinander lasern statt alle auf einmal. Das verkürzt zudem auch die leidige Wartezeit, da der Laser insgesamt weniger herumfahren muss.

## Schneiden, gravieren und verkleben

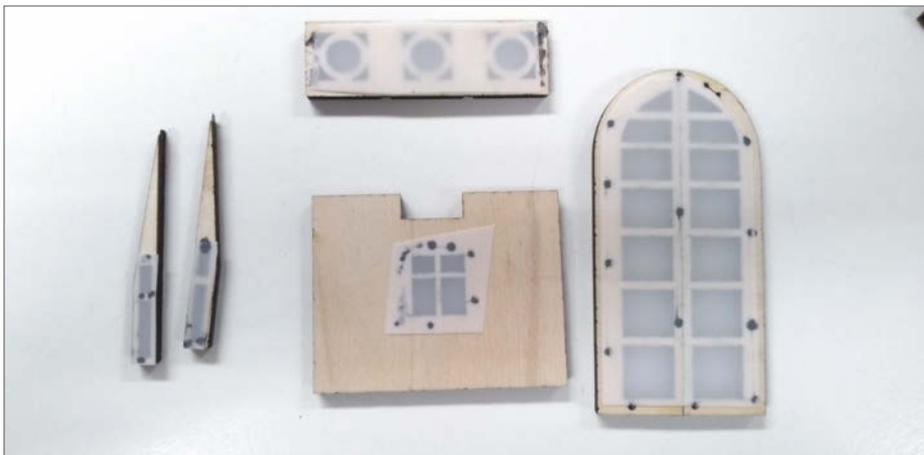
Sobald ich einen Abschnitt fertig gestaltet hatte, habe ich ihn mit dem Lasercutter zugeschnitten. Verwendet habe ich dazu einen

100-Watt-Laser. Die Einstellungen sind natürlich je nach Laser individuell. Die Bewohner der Gasse habe ich mit hoher Geschwindigkeit um die 250mm/s mit 10% Leistung graviert, für die Fachwerkbalken habe ich die Leistung dann ordentlich hochgedreht und teilweise mit 120mm/s zu 60% Leistung gearbeitet.

Für den Aufbau habe ich zunächst die Außenwände zu einer Kiste zusammengesetzt und die Teile mit Kreppband fixiert. So konnte ich den Klappmechanismus auf der



Beim Laserschneiden sind viele Reststücke, Fehlschläge und Verschnitte übrig geblieben. Ich habe versucht, so viele wie möglich in der Book Nook zu verarbeiten.



Die Fenster habe ich für schönere Lichteffekte mit Transparentpapier beklebt.

linken Seite simulieren und die Wände flexibel abnehmen. Auf den Wänden habe ich dann alle Elemente mit Modellbaukleber befestigt. Der Kleber sollte eine feine Spitze haben, da die Klebeflächen winzig sind. Schnelltrocknender Holzleim eignet sich ebenfalls.

Beim eifrigen Aufbau sollte man das Pergamentpapier nicht vergessen. Ich habe es jeweils auf die Innenseite der Fenster geklebt. Für eine stärkere Diffusion habe ich teilweise zwei Schichten Papier verwendet.

Während ich die Book Nook zusammengebaut habe, habe ich oft noch Teile des „Abfalls“ spontan mit verarbeitet. Kleine Dreiecke kann man zum Beispiel super benutzen, um an Vorsprünge Stützbalken zu kleben. Aus Rechtecken habe ich Fensterbänke gemacht.

Und mit ein paar übrig gebliebenen Dächern hab ich die Rückwand der Box verschönert. Das musste nicht allzu präzise werden, denn echter Fachwerkcharme ist etwas hutzelig.

Noch charmanter wird die Book Nook natürlich mit etwas Dekoration. Nachdem die Wände standen, habe ich meine kleinen Figuren und winzigen Bücher gelasert und in die Holzwelt gesetzt.

Ich fand das gravierte Holz persönlich so schön, dass ich es nicht farbig lackieren wollte. Man kann das aber natürlich machen. Ebenso könnte man Figuren und Materialien aus dem Modellbaubedarf in die Book Nook integrieren. Dort gibt es zum Beispiel auch Miniatur-Bodenplatten mit Texturen von Pflastersteinen oder Holz. Auch mit Modelliermasse wie *Green Stuff*

kann man der Book Nook mehr Textur verleihen. Und mit einem 3D-Drucker hätte ich sicher noch sehr viel detailliertere Mini-Bücher für mein Diorama fertigen können.

### LEDs verlegen

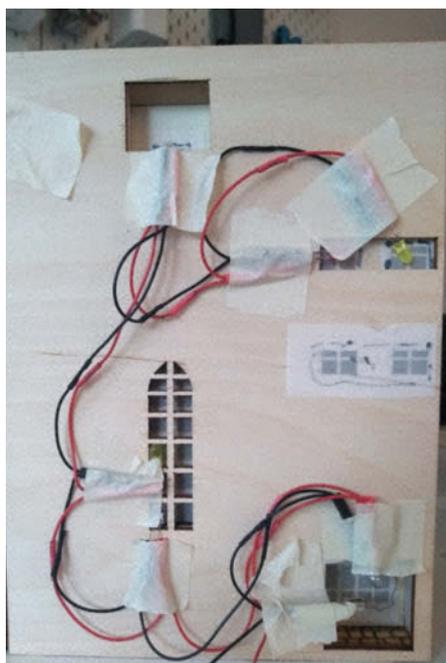
Etwa zeitgleich mit dem ersten Zusammenstecken der Holzwände habe ich mit dem Testen der Lichtkulissee begonnen. Ursprünglich hatte ich vor, das Licht mit einem RGB-LED-Streifen und einem Arduino umzusetzen. Um festzulegen, wo ich welche Lichtfarbe und welche Lichteffekte haben möchte, habe ich provisorisch *Throwies* benutzt. Diese bestehen lediglich aus einer LED, die auf eine Knopfzelle gesteckt und verklebt wird. LED-*Throwies* sind eigentlich ein Party-Gag, aber schön platzsparend und flexibel. In meinem Fundus hatte ich noch normale bunte LEDs, flackernde LEDs und Farbwechsel-LEDs. Die *Throwies* habe ich mit Kreppband an der Book Nook fixiert.

Und, wie es kommen musste, hat mir diese Lichtinstallation so gut gefallen, dass ich sie so lassen wollte. Den Arduino habe ich bis zur nächsten Iteration wieder eingetütet. Diese Entscheidung hat sich schnell als sinnvoll herausgestellt, da mir beim Testen und *Throwies* ankleben noch viele Stellen aufgefallen sind, an denen ich zusätzliches Licht wollte. Mit einem LED-Strip wäre ich weitaus weniger flexibel gewesen – besonders, wenn ich für jedes Experiment erst einzelne LEDs hätte umprogrammieren müssen.

Nachdem mir die Anordnung gefallen hat, habe ich die LEDs mit einer klassischen Paral-



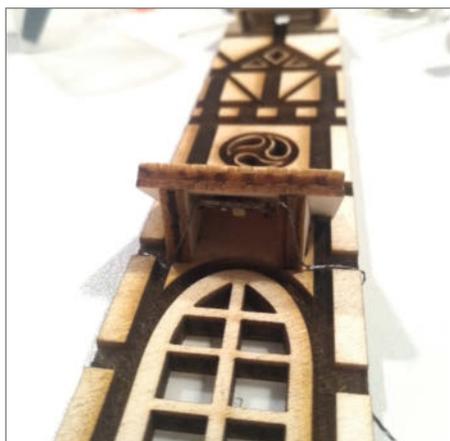
Erst die kleinen dekorativen Elemente, wie Bücherstapel, Lebewesen und Leitern machen die Book Nook lebendig.



Innen Hui, außen Pfui: Die LEDs habe ich aneinander gelötet und mit Kreppband fixiert, bis mir die Lichtkulissee gefiel.



Dieser Lichttest war so vielversprechend, dass ich das Ergebnis beibehalten wollte.



Die vernähbare LED habe ich mit leitendem Garn verbunden und in einem kleinen Vordach versteckt.

lenschaltung zusammengelötet. Ich habe mich dabei von der Vorderkante zur Rückseite jeder Wand vorgearbeitet. Bei der ersten LED jeder Seite habe jeweils ein rotes Kabel an den Pluspol und ein schwarzes Kabel an den Minuspol gelötet. Diese Kabel habe ich dann mit Schrumpfschlauch versehen und mit den nächsten LED-Beinchen verbunden, bis die Verbindung von LED zu LED lief. Sobald ich die Rückwand erreicht habe, habe ich auf jeder Seite einen Schalter und einen Batteriehalter für eine Knopfzelle angelötet. Dank der Parallelschaltung werden die Lämpchen nicht dunkler, die Batterie ist nur schneller leer. Diese Lösung ist allerdings sehr *Quick&Dirty*. Kurzfristig funktioniert das wunderbar, bei



Eine einfache Hauswand macht sich auch sehr gut im Bücherregal.

regelmäßiger Benutzung werden irgendwann die LEDs durch die Spannungsschwankungen beschädigt. In Zukunft werde ich daher Widerstände ergänzen und einen Akku statt der Batterie benutzen. Die LEDs habe ich in den Aussparungen mit Heißkleber fixiert.

Um die Farben der LEDs auszuwählen, habe ich einfach etwas rumprobiert. Dabei habe ich schnell gemerkt, dass man rote und weiße LEDs vermeiden sollte. Rot überstrahlt alles und sieht eher anrüchig aus, während weiße LEDs zu sehr nach Tageslicht aussehen. Der Tageslicht-Effekt zerstört die romantische Stimmung. Mit flackernden LEDs und Farbwechsel-LEDs musste ich ebenfalls sparsam sein, auch wenn es mir schwer fiel. Ich habe mich für zwei Farbwechsel-LEDs in den ersten Etagen entschieden und zwei flackernde LEDs als Kaminfeuer hinter zwei großen Schaufenstern angebracht. Für den Großteil der LED habe ich warmgelb gewählt. Dazu gibt es ein paar Akzente in mysteriösem Grün oder unheilvollem Blau. Am Ende der Book Nook liegt die „Giftige Gasse“, ein Umschlagplatz für Schwarzhändler und zwielichtige Gestalten. Dort habe ich mit einer blauen und einer Flacker-LED einen schön gespenstischen blau-lila Farbverlauf geschaffen. Hinter den schräg stehenden Häusern war auch mehr Platz, so dass ich die LEDs mit größerem Abstand zu den Fenstern verbauen konnte, womit der Farbverlauf gleichmäßiger wurde.

Währenddessen fiel mir auf, dass ich gerne mehr LEDs im Innern der Gasse hätte, statt nur Lichtschein aus den Fenstern. Dafür hatte ich aber keinen Platz vorgesehen. Ich hatte allerdings vernähbare LEDs und leitfähiges Garn da, mit denen ich nachträglich kleine Lichtquellen in die Book Nook hacken konnte. Das feine Garn verschwindet optisch einfach, wenn man es über die dunkel gravierten Stellen verlegt. Damit habe ich in kleine Giebel und Dachtraufen nachträglich LEDs eingeklebt. Dazu habe ich das leitende Garn an die LEDs geknotet, die LEDs mit Sekunden- oder Modellbaukleber fixiert und das Garn über die dunkel gravierten Bereiche zur Rückwand der Hausfront geführt. Dort konnte ich das Garn mit dem restlichen Stromkreis verbinden.

Zu viele Lichter und Effekte wirken allerdings hektisch und reflektieren zusätzlich von den Holzwänden. Diesen Faktor müsste man auch berücksichtigen, wenn man die Lichter mit einem Arduino programmiert. Dafür könnte man vielseitigere Effekte einbauen: Zum Beispiel blinkende Leuchtreklame in einer dystopischen Book Nook oder kleine Zauberexplosionen in eine magischen Book Nook.

Erst dann habe ich hinten links das Scharnier angebaut. Die benachbarten Bücher bilden einen guten Rahmen für die Book Nook, doch damit die LEDs nicht mehr nach außen abstrahlen, will ich in Zukunft eine abschließende äußere Holzschicht ergänzen.



Und so sah die Kulisse aus, nachdem alles fest verklebt war.

## Noch mehr Book Nooks?

Eine Book Nook muss natürlich keine idyllische Fachwerkfassade sein. Man könnte auch eine dystopische Cyberpunkwelt oder funkelnde High Fantasy Wälder als Diorama umsetzen. Ich habe manche Versionen der Book Nooks gesehen, die eine geschlossene Front haben und nur eine Außenwand zeigen. Als ich teilweise eine meiner beleuchteten Hausfronten zwischen zwei Bücher gestellt hab, sah das direkt total super aus – das wäre also eine gute Alternative, wenn einem eine ganze Book Nook zu zeitaufwendig erscheint.

Die Book Nook zu erschaffen war auf dem Papier zwar sehr zeitaufwendig, hat mir aber viele glücklich beschäftigte Abende beschert. Durch die vielen kleinen Arbeitsschritte hat man immer wieder Erfolgserlebnisse und kann sich über jedes gelungene Fenster, jeden Giebel und jeden Geistesblitz freuen. —rehu

# Glückliche Fugung

Wieviel Material verschwindet tatsächlich beim Zuschneiden mit der Säge, beim Fräsen und vor allem beim Lasercutter? So kriegt man es raus!

von Matt Stultz (Übersetzung: Niq Oltman)



Jeder kennt das: Man baut etwas aus Holz, misst die Teile sorgfältig ab, sägt sie aus, baut sie zusammen, und stellt dann fest, dass alles einen halben Zentimeter zu klein ist. "Wie konnte es passieren, dass ich beim Messen so daneben gelegen habe? Stimmt was nicht mit meinen Augen?" Mitnichten – du hast einfach die Trennfuge nicht mit eingerechnet!

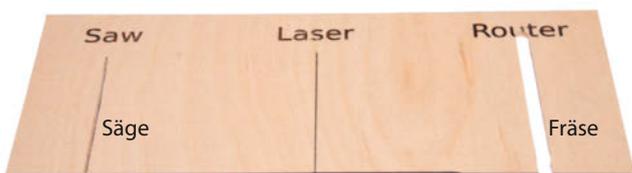
Die Trennfuge ist das, was beim Zuschneiden mit einer Säge oder Fräse aus dem Material entfernt wird **1**. Jeder weiß, dass beim Schneiden mit einer Schere keine Trennfuge entsteht, also kein Material verloren geht. Das gilt aber nicht für die meisten Trennwerkzeuge – diese entfernen oft einen kleinen Teil des Werkstoffs. Wenn man darüber nachdenkt: Beim Sägen entstehen Sägespäne, aber beim Schneiden entstehen keine Papierspäne.

Also wie plant man den Materialverlust durch die Trennfuge ein?

## Sägen

Beim Trennen mit einer Säge gibt es eine einfache Lösung: nicht alle Teile auf einmal abmessen. Stattdessen: erst messen, dann sägen, dann erneut messen, und so weiter. Nicht genau auf der Linie sägen, sondern an deren Außenkante (also der vom zuzuschneidenden Teil abgewandten Seite). Die Trennfuge entsteht dann im ungenutzten Teil des Werkstoffs, und die ausgesägte Platte bekommt die richtigen Maße. Wenn man darin besser wird, kann man auch die Dicke der Sägezähne ausmessen (manche Sägezähne sind zur Seite angewinkelt, also ist der weggesägte Spalt größer als die Dicke des eigentlichen Sägeblatts) und diesen Wert zu den gewünschten Maßen addieren – in dem Wissen, dass diese Menge an Material verschwinden wird.

**1**



Bei digitalen Herstellungswerkzeugen ist es am besten, die Trennfugen schon in die Konstruktion einzuplanen. Allgemein legt man z.B. Bohrungen kleiner an und macht die Abstände für Verbindungen enger, um den Materialverlust durch die Trennfuge auszugleichen. Aber wieviel kleiner?

## CNC-Fräse

Auch das ist einfach. Welchen Durchmesser hat der Fräser? Die Abmessungen des Fräsers bestimmen die Größe der Trennfuge – zumindest auf einer guten Maschine. Wenn die Toleranzen sehr eng sein müssen, lohnt es sich, die Trennfuge im konkreten Material auszumessen, um den Rundlauf des Werkzeugs zu bestimmen. Wenn das rotierende Fräs Werkzeug nicht ganz präzise zentriert ist und leicht um die Drehachse herum taumelt, wird die Trennfuge breiter sein als erwartet. Ein verbogener Fräferschaft, defekte Fräserhülsen oder Lager oder eine lose Frässpindel können allesamt Ursachen für dieses Problem sein.

## Lasercutter

Hier ist es am schwierigsten, die Trennfugen mit einzukalkulieren. Jeder kennt die Holzboxen mit Presspassung, die man mit dem Lasercutter herstellen kann – sie eignen sich prima als Gehäuse für Projekte. Aber wenn die Passung etwas zu locker ist, muss man die Teile mit Leim fixieren; noch lockerer, und man bekommt sie nicht mal mehr gerade ausgerichtet zum Leimen. Bei zu enger Passung wiederum lassen sich die Teile nicht mehr ineinander pressen. Man braucht eben die richtigen Einstellungen für die Trennfuge, damit solche Verbindungen gut passen.

Beim Laserschneiden gibt es zwei Hauptfaktoren, die die Breite der Trennfuge bestimmen:

**Strahlbreite bzw. Öffnungswinkel** – diese hängt von der Brennweite der Linse



**2**

ab, aber ganz so einfach ist es nicht. Die Breite des Strahls kann sich in Abhängigkeit von der Materialdicke verändern, so dass die Schnittfuge bei einer 5mm dicken Platte breiter sein kann als bei einer 3mm dicken Platte.

**Materialauswahl** – Holz z.B. wird vom Laser weggebrannt, wobei nur die Schnittkanten übrig bleiben. Kunststoffe dagegen können beim Laserschneiden schrumpfen, da sie beim Schneidvorgang unter Umständen angeschmolzen werden. In diesem Fall wird die Trennfuge ebenfalls breiter sein als erwartet.

Auch hier kann man ganz sicher gehen, indem man die tatsächlich vom Laser hinterlassene Schnittfuge ausmisst. Das ist allerdings auch nicht gerade einfach: Die Fuge ist so schmal, dass sie sich mit üblichen Werkzeugen kaum verlässlich bestimmen lässt.

Mein Trick hierfür ist eine Hilfsvorrichtung, die ich aus einem Stück Restmaterial gelasert habe. Dazu habe ich eine Zinke (Plättchen) mit festgelegten Abmessungen zugeschnitten (im Wissen, dass sie durch die Trennfuge etwas kleiner ausfällt als bemessen), und dazu einige Einschubschlitzte, in die die Zinke passen soll, wobei die Breite der Schlitzte sich jeweils um 0,1 mm unterscheidet. (Beispiel: Für eine 20 mm breite Zinke habe ich Schlitzte in den Breiten 20, 19,9, 19,8, 19,7, 19,6, 19,5, und 19,4mm.) Dann stecke ich die Zinke in jeden Schlitz und entscheide, welche am besten passt **2**. Die Lasercutter-Trennfuge ist folglich halb so groß wie die Differenz in der Breite zwischen der Zinke und dem gewählten Schlitz (da die Trennfuge an beiden Teilen entsteht). Die Vorlage für dieses Tool gibt es zum Download unter dem Link – probier es doch mal aus!

—pek

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/x8pz](http://make-magazin.de/x8pz)

## Die Konferenz für Frontend-Entwicklung am 9. Februar 2021 >>> ONLINE <<<

Wer seine Webseiten nicht schnell genug ausliefert, riskiert, dass die Besucher wegdclicken. Und Google rankt langsam ladende Seiten auch nicht optimal, denn Performance ist für die Suchmaschine ein wichtiges Kriterium. Websites sind heute aber komplexe Gebilde:

Besucher erwarten bunte, interaktive Seiten, in denen allerlei JavaScript-Bibliotheken, Stylesheets, Bilder u.v.m. zum Einsatz kommen. Die **ct <webdev>** beleuchtet am 9. Februar 2021 in sechs Talks, wo es bei der Web-Performance haken kann, wie man Bremsen aufspürt und seine Seiten flotter macht.

### Auszug aus den Themen:

- > Testing und Monitoring
- > Performance-Fallen vermeiden
- > Prefetching und Caching
- > Bilder, JavaScript und Co. entschlacken

Preis:

Jetzt Early Bird-Ticket sichern für nur 229 Euro!

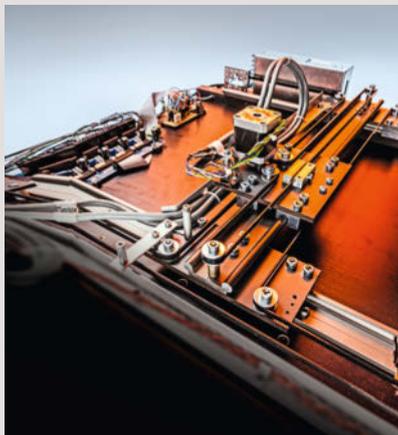
SAVE  
THE  
DATE

Line 37, Column

Weitere Informationen und Tickets unter: [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de)

## MaXYposi

### Günstige Eigenbau-Fräse für kleine Aufgaben



Unser ab der Make-Ausgabe 1/17 in diversen Heft-Artikeln vorgestelltes Projekt des *Make-XY-Positionierers* (kurz: *MaXYposi*) ist relativ einfach nachzubauen, durch seinen Zahnriemenantrieb ziemlich schnell und sehr flexibel: Je nach Werkzeug, das man auf seiner Z-Achse montiert, erfüllt das Gerät die unterschiedlichsten Aufgaben – Proben sortieren, Folien plotten, Platinen bohren oder sogar SMD-Bauteile bestücken. Mit einer Frässpindel bestückt eignet sich der MaXYposi natürlich auch als kompakte CNC-Fräse für kleine Werkstücke und ist dadurch für die Belange etwa von Modellbauern völlig ausreichend.

Der Unterbau besteht aus einfachen Zuschnitten aus Siebdruckplatten. Verlängert man deren Dimensionen und besorgt längere Linearführungen und Zahnriemen, kann man den MaXYposi mit wenig Aufwand auch bis aufs Wunschformat vergrößern. Die früher erhältliche, vorbestückte Platine zum MaXYposi-Controller ist leider ausverkauft, aber über unsere Webseite zum Projekt bekommt man nach wie vor alle notwendigen Zeichnungen und Dateien für den Eigenbau – eine gute Inspirationsquelle auch für alle, die eine eigene CNC-Fräse entwickeln wollen. Zudem kann ein MaXYposi mit jedem anderen Schrittmotor-Controller gesteuert werden, etwa per GRBL auf einem Arduino. —pek

URL [make-magazin.de/maxyposi](http://make-magazin.de/maxyposi)  
 Siehe auch [Make 1/17, S. 12](#)

## Tischlermeister Jakob

### Schweigsamer Geselle Meister

Tischlermeister Jakob sagt nichts, arbeitet still und konzentriert vor sich hin. Späne fallen, es raschelt leise. Er sägt, zeichnet an, hält inne. Er schweigt. Schon seit vielen Folgen arbeitet der Tischlermeister auf YouTube an seinem Bett aus Massivholz – und jede Folge ist meditativ, lehrreich und irgendwie ungewöhnlich. Denn Tischlermeister Jakobs Philosophie ist es, beim Bau seiner Möbel vollständig auf elektronisch betriebene Maschinen zu verzichten und fast vergessene Handwerkstechniken zu bewahren.

Den Bau einer römischen Hobelbank hat er innerhalb von zehn Folgen abgeschlossen. Mit

dem klassischen Design aus dem römischen Reich kann er nicht nur im Freien werken, sondern auch besonders große Werkstücke bearbeiten. Auch die Entstehung eines Tisches aus Lindenholz in klassischer Stollenbauweise und die Aufbereitung seiner geschichtsträchtigen Hobelbank hat er schweigend auf seinem Kanal verewigt. Dieser YouTube-Kanal ist das Richtige für alle, die gut gemachte Handarbeit wert zu schätzen wissen – aber sie nicht unbedingt selber machen müssen. (Und beim Einschlafen helfen die Videos auch.) —rehu

URL [tischlermeisterjakob.de](http://tischlermeisterjakob.de)



## Kraftplex

### Feines Plattenmaterial aus gepresster Zellulose

Ganz ohne Klebstoff und Bindemitteln wird Kraftplex aus ungebleichten Zellulosefasern gepresst. Die Oberfläche des auffällig glatten und festen Materials zeigt eine minimale Siebstruktur, lässt sich aber problemlos lackieren und bedrucken. Kraftplex ist ein wunderbares Material zum Lasern, weil es sich sehr präzise zuschneiden und gravieren lässt, wobei praktisch kein Schmauch entsteht. Wegen seiner Eigenschaften und seiner Wertigkeit wird das Material manchmal auch als "Holzblech" bezeichnet.

Kraftplex ist in den Stärken 1,0mm, 1,5mm und 3,0mm erhältlich, wobei sich bei der dicken Ausführung die hohe Dichte von 1,20g/cm<sup>3</sup> deutlich im Gewicht bemerkbar macht. Standardmäßig bekommt man das Material entweder im Format 56cm × 34cm, was gut in die meisten Lasercutter passt, oder neuerdings auch mit den Maßen 80cm × 50cm. Auf



Bild: Kraftplex

Anfrage verspricht der Hersteller auch individuelle Formate bis zu 210cm × 320cm – da muss man aber schon mehr als 100 Quadratmeter ordern... —pek

URL [shop.kraftplex.com](http://shop.kraftplex.com)  
 Preis (bei 56cm × 34cm) 3,53 € (1mm),  
 4,87 € (1,5mm), 7,53 € (3mm)

# Darbin Orvar

## Möbelbau, Buchbindezubehör und schwedischer Charme auf YouTube

Auf dem YouTube-Channel „Darbin Orvar“ schreint die in den USA lebende Schwedin Linn an ihren Holzprojekten und vertieft sich regelmäßig in ihr fremde Themengebiete. An ihren fachkundigen Expeditionen in ihr aktuelles Lieblingsthema – wie Buchbinder-Zubehör – lässt sie ihre Zuschauer begeistert teilhaben. Besonders gerne arbeitet sie mit traditionellem Handwerkszeug, von dem sie eine beeindruckende Sammlung in ihrer nicht weniger beeindruckenden Werkstatt hat. In dieser ist auch ihre umwerfende Buchpresse entstanden, die Linn auf YouTube präsentiert. Ein Schraubstock, um den Buchblock einzuspannen und ein Beschneidehobel, um ihn sauber zuzuschneiden sind noch in Arbeit – das ist der Part, an dem Buchbinde-Laien ohne passendes Werkzeug meist scheitern.

Auf ihrem Kanal präsentiert sie außerdem ihre selbstgebaute Möbel; zum Beispiel ein Set von Stühlen und Tischen in verschiedenen Größen für sie und ihre Kinder. Daneben entstehen viele kleine alltagstaugliche Projekte, wie eine rollende Werkbank, ein paar Hochbeete und eine Garderobe. Auf ihrer Webseite und auf Patreon bietet sie gegen Gebühr alle Baupläne für ihre Möbel zum Download an.

—rehu

URL [www.darbinorvar.com](http://www.darbinorvar.com)

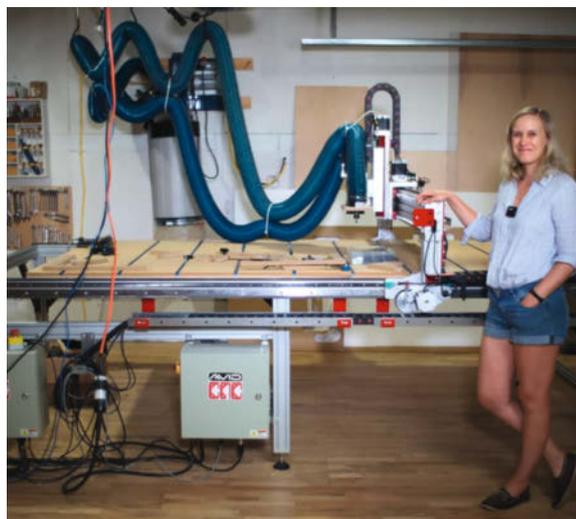
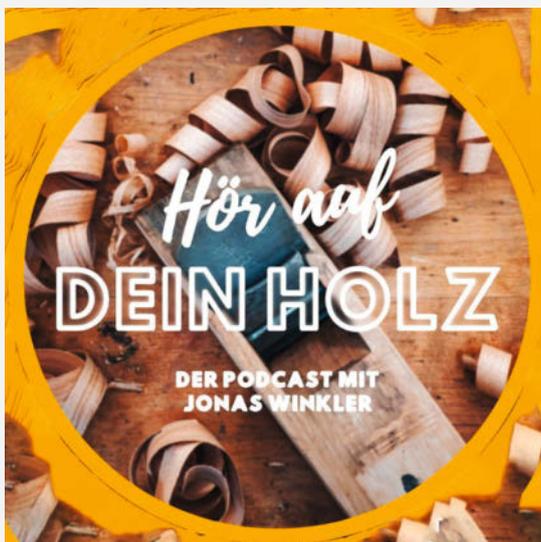


Bild: Darbin Orvar

# Jonas Winkler

## Podcast und YouTube-Kanal mit schlaun Tipps und stylischen Projekten

Wer neues Wissen lieber durch Zuhören erlernt, statt sich Youtube-Videos anzugucken, für den ist der Podcast „Hör auf dein Holz“ von Jonas Winkler die richtige Wahl. Alle zwei Wochen unterhalten sich der Tischlermeister und die Journalistin und Filmemacherin Laura Winkler über die meistgestellten Einsteigerfragen zum Thema Holzarbeit. Nach der Lektüre dieses Sonderhefts kann man im Anschluss direkt mit der Folge 21 „Einfach machen oder alles genau planen? Tipps für Holzwerken-Beginner“ einsteigen: Jonas



Winkler verrät dort seine besten Tipps für die erste eigene Werkstatt, erzählt, wie bei ihm alles begonnen hat und merkt an, dass jedes Holzprojekt eine neue Lernerfahrung ist.

Ebenfalls empfehlenswert: In der fünften Podcast-Folge „Was du beim Holzkauf beachten solltest“ erklären die beiden, worauf

man beim Holzkauf achten muss, wie man gutes Holz erkennt und wo man es bekommt. (Kurze Antwort: Nicht im Baumarkt.) Eine Folge von „Hör auf dein Holz“ dauert

zwischen 20 und 35 Minuten. Der Podcast ist auf den üblichen Podcastplattformen vertreten, wie Spotify und Apple Podcasts.

Wer sich die Holzarbeiten von Jonas Winkler lieber in Farbe und Bewegtbild ansehen

möchte, kann seinen nach ihm benannten YouTube-Kanal besuchen. Hier dokumentiert er die Entstehung seiner Projekte. Mal baut er coole Möbel aus Fachwerkbalken, mal wird seine eigene Werkstatteinrichtung generalüberholt. Da er auch Designer ist, ist das Endprodukt dann nicht nur gut geschrei-



Bilder: Jonas Winkler

bert, sondern auch schön anzusehen. Zwischendurch streut er regelmäßig Grundlagentexte ein, in denen er sein Fachwissen teilt. Neue Videos erscheinen dreimal die Woche. Jonas Winklers Instagram-Profil ist ebenfalls einen Besuch wert. Er dokumentiert dort gerade sein Faible für Kumiko – eine Technik, die wir auch in unseren Buchkritiken vorstellen.

—rehu

URL [www.jonawinkler.com](http://www.jonawinkler.com)

## CNC14

### Workshop: In drei Tagen zur Eigenbau-CNC-Fräse



Wer unter CNC14.de einen Workshop bei der Kölner Gruppe um Birgit Hellendahl bucht, kann sein eigenes (garantiert funktionsfähiges) Exemplar der Fräse CNC14 in knapp drei Tagen zusammenbauen. Am letzten Workshop-Tag lernt man auch schon erste Schritte mit der Steuerungssoftware. Die Fräse selbst ist eine Weiterentwicklung der „Sperrholzfräse“ aus der c't-Hacks-Ausgabe 1/14 (der Vorgängerin des Make-Magazins), jedoch mit größeren Abmessungen. Ihre Grundmaße von 1500mm x 940mm orientierten sich anfangs am Bedarf, einen Gitarren-Korpus auf ihr fräsen zu können, erwiesen sich aber auch für sonstige Aufgaben als guter Kompromiss aus Platzbedarf und Anwendungsspektrum. Der Fahrweg der Z-Achse beträgt 140mm.

Im Angebot ist mit dem Modell „Dötzchen“ (zu sehen auf Seite 104) inzwischen auch ein kleineres Gerät, dessen Arbeitsbereich 290mm x 600mm und 120mm in der Höhe umfasst, wobei die Werkstücke eine Breite bis 390mm haben können. Beide Fräsen werden aus Multiplex-Platten, wellenunterstützten Linearschienen, drei NEMA23-Schrittmotoren und einer Menge Schrauben gebaut. Besondere Kenntnisse sind für den Workshop nicht erforderlich, etwas Erfahrung beim Umgang mit Holz ist aber hilfreich.

Die Workshops finden bundesweit statt, die Termine findet man auf der Webseite CNC14.de. Im Workshop-Preis ist auch das Material enthalten. Ein ausführliches Interview mit der CNC14-Initiatorin Birgit Hellendahl haben wir für die Make-Ausgabe 4/20 geführt. —pek

URL	CNC14.de
Preise	1450 bis 1960 €, je nach Fräse und Ausstattung
Siehe auch	Make 4/20, S. 64

## Opendesk.cc

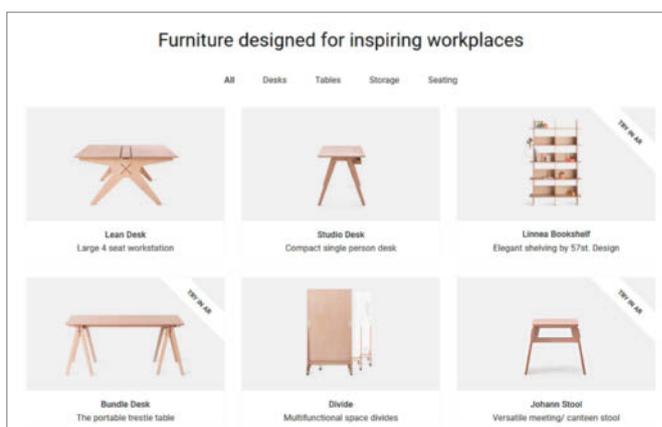
### Designer-Möbelentwürfe (auch) für den Eigenbau

Opendesk ist seinem Selbstverständnis nach eine „globale Plattform für lokales Machen“ – konkreter heißt das: Auf der britischen Webseite stellen Designer Entwürfe von Möbeln vor, die sich mit Hilfe von digitalen Fertigungsverfahren effizient umsetzen lassen, vor allem natürlich mittels CNC-Fräse. Wer die Webseite besucht, soll einen Maker (oder auch einen Holzverarbeitenden Betrieb) in der Nähe mit der Fertigung beauftragen können, sodass Möbel vor Ort entstehen, kurze Transportwege garantiert. Im Angebot sind diverse Arbeits- und Esstische, Stühle und Hocker, Regale und Schränkchen – etwa eines mit neun kleinen Fächern mit je einem eigenen Türchen, was sich zum Beispiel als kleines Schließfachelement für Makerspaces oder Schulen eignet.

Dass wir diese Webseite in einem Heft für Maker überhaupt erwähnen, liegt daran, dass man die Pläne und Schnittdateien für die

Entwürfe herunterladen kann, wenn man die Möbel zu nicht kommerziellen Zwecken selber bauen will. Jedenfalls prinzipiell – just zum Redaktionsschluss dieses Hefts meldete die Webseite, dass die Download-Funktion gerade aus Wartungsgründen deaktiviert ist. Man kann sich aber per Mail informieren lassen, wenn die Dateien wieder zur Verfügung stehen. —pek

URL [www.opendesk.cc](http://www.opendesk.cc)



## Laura Kampf

### Krasse YouTuberin mit Herz für Holz und Hund

Was wäre ein Heft zum Thema Holzarbeiten schon ohne Laura Kampf? Als wohl bekannteste deutsche Makerin schreinernt sie auf ihrem YouTube-Kanal regelmäßig tolle Möbelstücke. In ihrer Werkstatt in Köln entstehen vor allem praktische und alltagstaugliche Designerstücke, die man sich auch in der eigenen Wohnung oder Werkstatt vorstellen kann. Dabei reicht die Bandbreite vom Couchtisch übers Schlafsofa bis zum Kneipenhocker. Allerdings arbeitet die Makerin nicht ausschließlich mit Holz, sondern streut auch immer wieder Metallbearbeitung mit ein.

Besonders spannend ist ihr aktuelles Großprojekt, bei dem sie aus einem alten Pferdeanhänger einen Wohnwagen für sich und ihren Hund baut. (Nicht zu verwechseln mit dem Mini-Wohnwagen für ihren Hund – den man mit einem Fahrrad ziehen kann.) Türen, Verkleidung, Sonnendeck und Grundkonstruktion entstehen mit viel Geschmack aus Holz. Für sie spielt Ästhetik eine große Rolle und das spürt man in jedem Projekt, denn sie wählt stets mit viel Bedacht das passende Holz



aus. Während der Arbeit am Wohnwagen entstehen coole Nebenprojekte, wie eine hölzerne Campingküche im Metallkoffer. Laura Kampfs Videos erscheinen fast wöchentlich auf YouTube, mehr behind-the-scenes Material gibt es auf ihrem Patreon für ihre Supporter. —rehu

URL [laurakampf.com](http://laurakampf.com)

# Make Projects

## Lass Dich von den Holzarbeiten anderer Maker inspirieren

Wer noch mehr Inspiration und Anleitungen für Holzprojekte sucht, der wird auf unserer neuen Plattform Make Projects fündig. In der Kategorie „Handwerk und Handarbeit“ sind Projekte wie 3D-Scanner aus dem Lasercutter, hölzerne Blumentöpfe und kultige Upcycling-Möbel zu finden. Riesige Mammut-Projekte – wie ein beleuchteter geodätischer Dom, der auf Geräusche reagiert – dürfen auch nicht fehlen. Und natürlich könnt Ihr auch Eure eigenen Projekte dort veröffentlichen und anderen Makern damit weiterhelfen. Habt Ihr eine coole neue Verbindungstechnik gelernt? Ein unkompliziertes Einsteigerprojekt oder ein epochales Meisterwerk mit hunderten Stunden Bauzeit umgesetzt? Zeigt es uns! Wir freuen uns auf Eure Projekte. Eure Holzprojekte könnt Ihr dort schnell und einfach hochladen – auf Deutsch, Englisch, oder einfach beides. Wenn Ihr gemeinsam in einer Gruppe an einem Projekt arbeitet, können wir Euch Make Projects auch für den Entwicklungsprozess besonders ans Herz legen: Mit unseren *Project Boards* geht kollaboratives Arbeiten ganz unkompliziert.



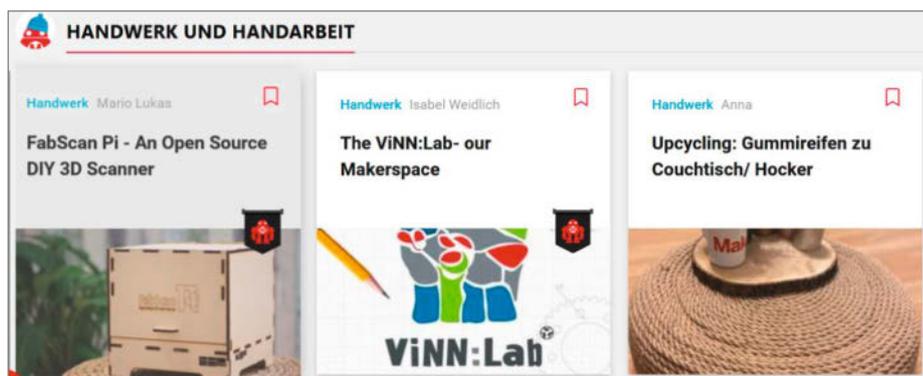
### Startet durch: Wettbewerb für Makerspaces!

Makerspaces, Fablabs und offene Werkstätten aufgepasst: Wollt Ihr zeigen, was Ihr in dieser Ausgabe gelernt habt? Mitte November star-

tet unser erster Make Projects Wettbewerb – speziell für Euch! Und ganz eventuell könnte es sein, dass dort auch Holz im Spiel ist – diese Ausgabe wird Euch auf jeden Fall in die beste Startposition bringen. Mehr Infos findet Ihr in Kürze auf [makeprojects.com/de](http://makeprojects.com/de) und natürlich auf unserer Webseite unter [makemagazin.de](http://makemagazin.de).

—rehu

URL [makeprojects.com/de](http://makeprojects.com/de)



# Mini Boat

## Winziges Wasserfahrzeug mit Elektroantrieb

Mein Haus, meine Schrankwand, mein Boot ... das alles kann man aus Holz selber bauen. Im Fall eines Boots kann man etwa zu dem besonders kompakten Entwurf von Josh Tulberg greifen, der, wie er sagt, „ridiculously small“ ausgefallen ist – der Rumpf der Sperrholzkonstruktion misst gerade mal 6 Fuß und damit keine zwei Meter. Ein Nachbau dieser Zwerg-Jacht schipperte übrigens auch schon auf Maker Faires in Berlin und Hannover übers Wasser – man fragt sich bei dessen Anblick unwillkürlich, wie ein Mensch in ein Boot passt, das nicht länger ist, als sein Kapitän groß ...

Auf seiner Webseite verkauft der Konstrukteur die digitalen Pläne für 95 US-Dollar und einen Bausatz für 950 US-Dollar plus Steuern. Die Anleitung, wie man ein solches Boot prinzipiell baut, ist hingegen kostenlos auf Instructables nachzulesen. Dort zeigt Tulberg etwa ausführlich, wie man die dünnen Sperrholzteile des Rumpfes mit Kabelbindern provisorisch vernäht, um sie dann



Bilder: Josh Tulberg

zur endgültigen Form zusammenzukleben. Pläne gibt es dort allerdings nicht, man muss das eigene Boot selbst in 3D-Software konstruieren. So kann man es dafür an die eigenen Vorstellungen anpassen, etwa die individuellen Körpermaße.

—pek

URL [www.instructables.com/Mini-Boat](http://www.instructables.com/Mini-Boat)  
 URL [rapidwhale.com/mini-boat.php](http://rapidwhale.com/mini-boat.php)  
 Kosten: ab etwa 1500 €

## Konterholz

Drechseln lernen mit dem YouTuber Phillip Konter



Bild: Phillip Konter

Holzhandwerken ist einer der größten Leidenschaften von Phillip Konter. Da trifft es sich gut, dass der gelernte Industriemechaniker das auf seinem YouTube-Kanal nicht nur Vollzeit machen, sondern seine Begeisterung auch an seine Zuschauer weitergeben kann. Auf seinem Kanal „Konterholz“ zeigt er vielfältige Drechsel-Projekte – und das so ungezwungen, dass man sich am Liebsten gleich mit an die Drehbank stellen möchte. Dabei gibt es von ihm viele allgemeine Anleitungen zu Dreharbeiten: Wie dreht man exzentrisch? Wie drechselt man besonders lange Gegenstände? Kann man OSB drechseln? Das Ganze ist garniert mit vielen konkreten Projekten, wie einem Kugelschreiber aus Holz, Oster- und Weihnachtsdekorationen und Unmengen von hölzernen Obstschalen.

Es geht aber nicht nur ums Drechseln, denn Phillip setzt eine bunte Mischung von Holzprojekten um: Pflanzregale, Werkstattschränke, Designerhocker und auch mal einen Festivalgrill. Vor Kurzem ist er in eine größere Werkstatt umgezogen und hat seine Ausstattung gehörig erweitert. Konter veröffentlicht mehrere Videos im Monat und hat genug Material produziert, um seine Zuschauer für einige Monate zu beschäftigen. —*rehu*

URL [konterholz.de](http://konterholz.de)

## Maslow-CNC-Oberfräse

Open-Source-CNC-Fräse für große 2D- und 2.5D-Werkstücke

Die Maslow-Fräse bearbeitet Plattenmaterial wie Leim- und Sperrholz, MDF oder Kunststoff bis zu einer Größe von 1,2m x 2,4m Größe. Dennoch belegt sie wenig Stellfläche in der Werkstatt, denn der Frästisch (eigentlich nur ein selbstgezimmertes Gestell aus Kanthölzern mit einer Platte darauf) steht fast senkrecht. Die Konstruktion arbeitet nicht mit Linearantrieben, sondern mit einem Frässchlitten (siehe Bild), der an zwei Ketten hängt. Die werden durch Servomotoren verlängert oder verkürzt – und da sich die beiden Aufhängepunkte weit auseinander befinden, kann die Software die Position des Frässchlittens genau steuern. Für den Anpressdruck der Frässpindel sorgen ganz pragmatisch zwei Ziegelsteine. Gemessen an der XY-Dimension der Maslow ist der Z-Achsen-Hub winzig – dabei geht es aber auch lediglich darum, die Frästiefe in der Platte zu steuern und den Fräser ganz aus dem Material zu ziehen, wenn der Schlitten zum nächsten Fräspfad wechselt.

Rund um die Maslow-CNC hat sich online eine rege Community gebildet. So findet man auf der Webseite zum Projekt nicht nur einen Link zu GitHub, wo man alle nötigen Pläne und



Informationen für den Nachbau bekommt, sowie zu diversen Herstellern von Bausätzen, sondern auch eine Reihe von Beispielen, was Maslow-Nutzer mit ihrer Fräse schon alles gebaut haben. Das reicht vom Hirschkopf aus ineinander gesteckten Sperrholzplatten als Wandschmuck über praktische Möbel bis hin zum kleinen Segelboot. —*pek*

URL [www.maslowcnc.com](http://www.maslowcnc.com)  
 Preis 600 bis 700 €  
 Siehe auch *Make* 5/19, S. 110

## Boxes.py

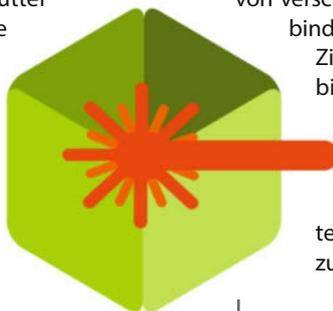
Boxengenerator für Lasercutter-Projekte

Boxes.py ist a) ein Segen und b) ein in Python geschriebener quelloffener Boxengenerator. Mit dem Lasercutter zugeschnittene Gehäuse sind bei Makern sehr beliebt – nur ist der Design-Prozess recht mühsam, selbst mit Hilfsmitteln wie etwa dem 3D-Programm Fusion360. Florian Festi hat das Python-Skript Boxes.py programmiert, mit dem man eine unglaubliche Vielfalt an Gehäuseformen nach eigenen Vorgaben im Handumdrehen generieren kann.

Für den gelegentlichen Gebrauch ist die Online-Version von Boxes.py gedacht, die sich auch bestens zum Ausloten der Möglichkeiten eignet. Sie liefert Vektorgrafiken im SVG-Format. Das umfangreiche und seit 2017 ständig weiterentwickelte Skript berücksichtigt inzwischen sogar den Materialverlust an der Schnitt-

kante für eine erhöhte Maßhaltigkeit. In der Online-Version gibt es einen großen Fundus von verschiedenen Boxenformen und Verbindungstechniken zur Auswahl, wie Zinken- und Schwalbenschwanzverbindungen und Gitterscharniere sowie Löcher und Schlitz für Schrauben und vieles mehr. Der praktische Generator ist zum Beispiel bei unserer leuchtenden Buchstütze auf Seite 120 zum Einsatz gekommen. —*cm*

URL [festi.info/boxes.py](http://festi.info/boxes.py)

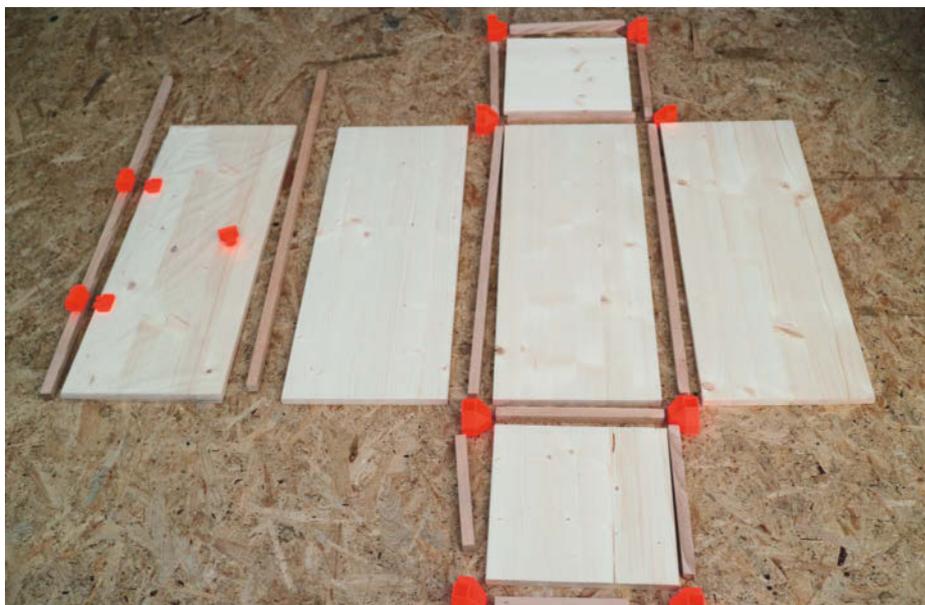


Bilder: Florian Festi

# Chururata und Universal Joint

## Möbelbausysteme aus dem 3D-Drucker

Wer schnell zu Gebrauchsmöbeln wie Nachttischen, Schränkchen und ähnlichem kommen will, kann zugeschnittene Holzplatten und Leisten mit Verbindern aus dem 3D-Drucker kombinieren. Die Druckvorlagen dafür bekommt man gratis im Netz. Manchmal werden die Verbindungen noch geschraubt, manchmal nur gesteckt – so entstehen schnell aufgebaute und schnell wieder demontierte Möbel, die man dank ihres modularen Aufbaus und der weitgehend frei wählbaren Dimensionen der Holzteile genau an die eigenen



Bilder: Sebastian Müller

Wünsche und das Platzangebot in der Wohnung oder Werkstatt anpassen kann.

In seinem Artikel *Schöner leben – mit 3D-Druck* in Make 1/20 hat unser Autor Sebastian Müller die beiden in der Überschrift genannten Systeme mal exemplarisch ausprobiert und ein Beistellschränkchen mit Türe und einen Nachttisch gebaut. Sein Fazit: „Man kommt mit 3D-Druck-Hilfe beim Möbelbau zwar billiger weg als mit einem Kallax-Element

ähnlicher Größe von IKEA, die einfachsten Kellerregale aus dem Baumarkt unterbietet man damit aber nicht. Der Vorteil liegt hier eher darin, dass sich auf diese Weise Möbel mit ganz individuellen Maßen zusammenstellen lassen.“ Darauf kommt es aber oft an. —pek

**URL** [make-magazin.de/x233](http://make-magazin.de/x233)  
**Siehe auch** Make 1/20, S. 108

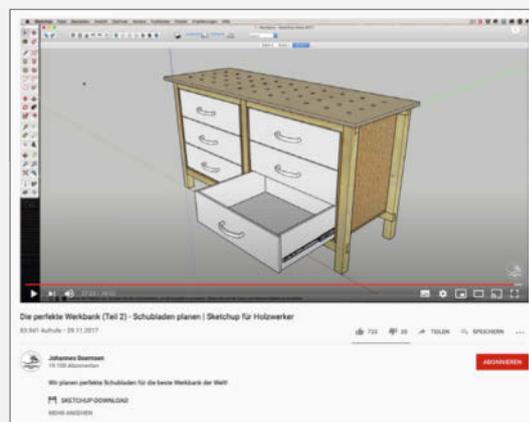
# Johannes Börnsen

## YouTube-Kanal für Holzarbeit und SketchUp

Früher hieß der 2017 gestartete Kanal *SketchUp für Holzwerker* und dieses Thema ist immer noch prägend für sein Programm, auch wenn Johannes inzwischen schlicht unter seinem eigenen Namen Videos veröffentlicht. Oft handelt es sich dabei um Mitschnitte von Live-Sessions, während derer man ihm am Rechner über die Schulter schauen kann, beim Planen mit der Software *SketchUp*. Das meiste, was er da zeigt, kann man problemlos auch mit der eingeschränkten Gratis-Version des 3D-Programms nachvollziehen.

Andere Videos konzentrieren sich auf die Feinheiten spezieller Werkzeuge und Erweiterungen der Software. Eine aktuell 19-teilige Tutorial-Serie behandelt einsteigerfreundlich speziell *SketchUp-Grundlagen für Holz-*

*werker* – die Themen reichen dabei vom kleinen Einmaleins des Linienwerkzeugs oder zur geschickten Navigation im Modell bis zu Spezialitäten wie Durchpausen von Fotos oder die Konstruktion von Fingerzinken. Manchmal stellt Johannes aber auch konkret eines seiner eigenen Bauprojekte in den Mittelpunkt und nimmt die Zuschauer mit in seine Werkstatt. Für einige seiner Projekte kann man sich die Pläne kostenlos herunterladen, etwa für ein spezielles Regal zum Lagern von Kreissägeblättern oder einen Universal-Frästisch im Eigenbau. Natürlich alles als *SketchUp*-Dateien. —pek



**URL** [johannesboernsen.de](http://johannesboernsen.de)

## Grundkurs Möbelbau



Heiko Rech ist Tischlermeister und hat jahrelang in seiner Werkstatt Kurse in Holzwerken und Möbelbau gegeben – speziell für Hobbytischler und Quereinsteiger ohne viel Vorkenntnisse. In sein Buch sind diese Erfahrung als Kursleiter eingeflossen und das merkt man: Systematisch, ausführlich und stets gut verständlich führt der Autor in sieben Kapiteln durch die Grundlagen des Holzhandwerks von der Werkstatteinrichtung über Material- und Werkzeugkunde bis zur Oberflächenbehandlung. Je ein eigenes Kapitel ist dabei allein dem Thema Sägen und Fräsen gewidmet, mit jeweils knapp vierzig Seiten – da bleibt kaum eine Frage offen. Ziemlich kurz kommen in diesem Teil des Buchs allerdings konkrete Projekte, lediglich die Bauanleitung für ein Streichmaß und für einen Bankwinkel sind eingeschoben, an denen man seine Handwerkzeuge mal erproben kann.

Deutlich aufwändigere Möbelprojekte gibt es dafür umso ausführlicher in den abschließenden beiden Kapiteln: Hier wird Schritt für Schritt erklärt, wie man ein Hängeschränkchen aus Leimholz und Sperrholz mit klassischer Rahmentür sowie einen Einbauschränk mit Schubladen aus Tischlerplatte baut. Die Pläne gibt es auf der beiliegenden DVD, die auch noch ergänzende Videos enthält, etwa für die Maschinenarbeit. Fazit: eine rundum gelungene Einführung und ein praktisches Nachschlagewerk in

<b>Autor</b>	Heiko Rech
<b>Verlag</b>	HolzWerken
<b>Umfang</b>	256 Seiten
<b>ISBN</b>	9783866307261
<b>Preis</b>	36 €
<b>Siehe auch Seite</b>	14, 34, 74

## Einfach Holzwerken

### Die wichtigsten Handwerkzeuge und clevere Projekte für die kleine Werkstatt

„Man muss keine einzige Maschine, kein einziges Elektrowerkzeug besitzen, um Holz zu bearbeiten [...] Was man benötigt, sind einige Handwerkzeuge und ein Raum von etwa vier Quadratmetern.“ Der Vorteil: So eine Werkstattecke passt in jede Wohnung und wer keine Maschinen benutzt, belästigt auch weder seine Familie noch die Nachbarn mit Lärm ...

Mit dieser Motivation für seinen minimalistischen Ansatz beim Holzwerken beginnt Vic Tesolin sein Buch.

Nach einer Einführung in klassische Handwerkzeuge wie Hobel und Handsäge, Bohrwinde und Beitel widmet es sich in der zweiten Hälfte durchweg praktischen Projekten zur Verbesserung der eigenen Werkstatt. Dabei sind Sägebank und Sägebock (S. 88) nur der Einstieg – ebenso ausführliche Anleitungen gibt es für den Bau einer Säge- und Stoßlade, eines Holzklüpfels (ja, so ein Werkzeug kann man sich tatsächlich selbst bauen) und einer ausgewach-

senen Werkbank, die erstaunlich viele Spannmöglichkeiten für Werkstücke bietet. Ein kleines Hängeregal macht den Abschluss, das sich gleichermaßen für die Werkstatt wie für die Wohnung eignet. Und alles entsteht ohne Maschineneinsatz.

Auch wenn der Autor in der Einleitung betont, Elektrowerkzeuge nicht aus romantischen Gründen links liegen zu lassen, steckt in diesem – durchweg handfesten - Buch doch eine gute Portion minimalistischer Philosophie. Und Tesolin hat ja recht: Es braucht zwar Übung, mit einem

Handhobel umzugehen, aber wenn man es kann, ist es viel schöner, Holz damit zu glätten als mit Schleifpapier.

—pek



<b>Autor</b>	Vic Tesolin
<b>Verlag</b>	HolzWerken
<b>Umfang</b>	120 Seiten
<b>ISBN</b>	9783866305434
<b>Preis</b>	25 €
<b>Siehe auch Seite</b>	24, 82, 88

## Bau was aus Holz!

### Clevere Projekte mit einfachem Werkzeug

„Starte mit Holz und dann brich die Regeln“ – Asa Christiana ist echter Maker, arbeitet gerne mit Holz und setzt in seinem Buch lieber Schritt für Schritt konkrete Projekte um, als die letzten

Finissen klassischer Handwerkstechnik auszuloten. Zwar startet auch dieses Buch mit Tipps zur Einrichtung einer Werkstatt, Werkzeug- und Materialkunde, aber schon auf Seite 30 beginnen die insgesamt 13 detaillierten Anleitungen zum Nachbau sehr unterschiedlich aufwändiger Projekte, die von Gags wie dem Flaschenöffner für die Wand (mit Magnetfalle für die Kronkorken) über einen Lampenschirm aus gebogenen Furnierstreifen bis zu einer eigenwilligen Interpretation des Möbelklassikers *Ulmer Hocker* von Max Bill reichen. Da dürfte für viele was dabei sein, was sie direkt nachbauen wollen.

Doch auch die Anleitungen, die man nicht direkt nachbaut, lohnen sich zu lesen, denn

zwischen drin streut der Autor praktische Tipps ein, etwa wie man exakt runde Kreise mit der Stichsäge sägt, unfallfrei Keile mit der Kappsäge schneidet oder mit der Oberfräse am

Ende eines Rundstabs einen Zapfen kleineren Durchmessers herausarbeitet – doch, das geht! Da jedes Projekt im Buch in dieser Hinsicht neues bietet, kommt in der Summe eine Menge an praktischen Tricks und Kniffen zusammen. Eine Empfehlung für alle, die pragmatisch ans Holzwerken herangehen und vor allem an Ergebnissen interessiert sind. —pek



<b>Autor</b>	Asa Christiana
<b>Verlag</b>	HolzWerken
<b>Umfang</b>	184
<b>ISBN</b>	9783866306899
<b>Preis</b>	29,90 €
<b>Siehe auch Seite</b>	28, 42, 46, 58

# The Art of Kumiko

Learn to make beautiful panels by hand

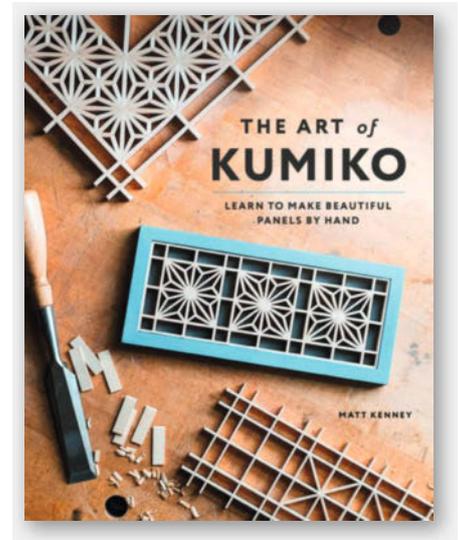
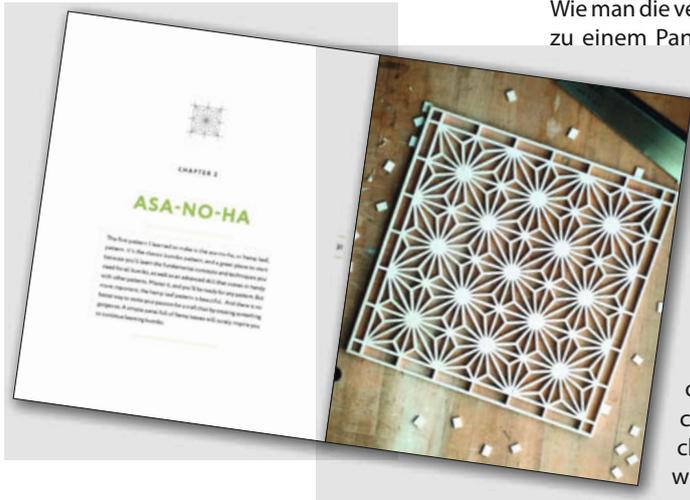
Kumiko ist eine alte japanische Technik, mit der man geometrische Holzmuster ganz ohne Kleben und Schrauben zusammenstecken kann. Damit die Muster trotzdem präzise werden, ist viel Geduld nötig. Kumiko erfreut sich im Moment großer Beliebtheit: Es ist eine sehr meditative Handarbeit, bei der man nur wenig Werkzeug für ein beeindruckendes Ergebnis

braucht. Matt Kenneys Buch für Kumiko-Einsteiger kommt da genau richtig.

Es gibt verschiedene klassische Steckmuster – mal blütenförmig, mal streng geometrisch – die in diesem Buch im Detail erklärt werden. Dazu geht Kenney auf die notwendigen Werkzeuge ein und erklärt kurz, wie man Kumiko-Paneele als dekoratives Element in selbstgebaute Möbelstücke integrieren kann. Wie man die verschiedenen gezeigten Muster zu einem Paneel kombiniert, demonstriert

Matt Kenney anhand von zehn Beispielen. Diese reichen von Einsteigerprojekten bis hin zu Steckmustern, die mit der Warnung versehen sind, dass man „sich von seinem Sozialleben verabschieden und sich mit 1100 individuellen Holzstücken anfreunden“ soll.

Matt Kenney hat mit „The Art of Kumiko“ ein anfängertaugliches Buch mit vielen ansprechenden Bildern geschaffen, das wirklich inspiriert. —rehu



**Autor** Matt Kenney  
**Verlag** Blue Hills Press  
**Umfang** 168 Seiten  
**ISBN** 978-1951217242  
**Preis** etwa 21 €

# Das große Buch der Werkzeuge

Über 200 Handwerkzeuge im Porträt

Dieses Buch sieht auf den ersten Blick wie ein waschechtes Coffee-Table-Book für *Mental Maker* aus, die lieber alles über Werkzeuge lesen und schöne Bilder davon anschauen, als sich selbst die Hände schmutzig zu machen. Zugegeben, als schickes Schaustück und repräsentatives Geschenk funktioniert dieser Band *auch* – die Fotos sind perfekt aufgenommen und freigestellt, die

Grafik hat diesen gewissen Mainstream-Retro-Charme und es steckt auch ziemlich viel unnützes, aber originelles Partywissen darin, etwa zur Geschichte von Werkzeugen seit der Steinzeit oder Werkzeugstahllegierungen, garniert obendrein mit eingestreuten Zitaten und Sinnsprüchen.

Die Werkzeuge sind dabei nicht nach dem Material gegliedert, das man mit ihnen bearbeitet, sondern nach dem Wirkungsprinzip – so finden sich unter der Überschrift

„Werkzeuge zum Schlagen und Zerschlagen“ Hammer und Klüpfel ebenso wieder wie Eispickel und der Kuhfuß; Beile und Äxte hingegen sind neben den Sägen im Kapitel „Schneiden und Hacken“ einsortiert. Das ist eigenwillig, funktioniert aber. Das Buch enthält bei aller grafischen Pracht



auch eine Menge praktischer Tipps und Anleitungen zum Umgang mit Werkzeug von der Raubank bis zum Kombinationswinkel und bietet so in der Summe überraschend viel Nutzwert, den man ihm beim flüchtigen Blick hinein gar nicht ansieht. —pek

**Verlag** Dorling Kindersley  
**Umfang** 256 Seiten  
**ISBN** 978-3-8310-3997-5  
**Preis** 24,95 €



# IMPRESSUM

**Make:** Nächste Ausgabe erscheint am 10. Dezember 2020

## Redaktion

**Make: Magazin**  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.make-magazin.de](http://www.make-magazin.de)

**Leserbriefe und Fragen zum Heft:** [info@make-magazin.de](mailto:info@make-magazin.de)

Die E-Mail-Adressen der Redakteure haben die Form [xx@make-magazin.de](mailto:xx@make-magazin.de) oder [xxx@make-magazin.de](mailto:xxx@make-magazin.de). Setzen Sie statt „xx“ oder „xxx“ bitte das Redakteurs-Kürzel ein. Die Kürzel finden Sie am Ende der Artikel und hier im Impressum.

**Chefredakteur:** Daniel Bachfeld (dab) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Peter König (pek)

**Redaktion:** Heinz Behling (hgb), Helga Hansen (hch), Carsten Meyer (cm), Rebecca Husemann (rehu), Elke Schick (esk)

**Mitarbeiter dieser Ausgabe:** Asa Christiana, Andreas Duhme, Birgit Hellendahl, Björn Karmann, Heiko Rech, Matt Stultz, Vic Tesolin

**Assistenz:** Susanne Cölle (suc), Christopher Tränkmann (cht), Martin Triadan (mat)

**Leiterin Produktion:** Tine Kreye

**DTP-Produktion:** Martina Bruns, Martin Krefit (Korrektorat)

**Art Direction:** Martina Bruns (Junior Art Director)

**Layout-Konzept:** Martina Bruns

**Layout:** Nicole Wesche

**Fotografie und Titelbild:** Andreas Wodrich

**Digitale Produktion:** Anna Hager, Pascal Wissner

**Hergestellt und produziert mit Xpublisher:** [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

## Verlag

**Maker Media GmbH**  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.make-magazin.de](http://www.make-magazin.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Stellv. Verlagsleiter:** Daniel Bachfeld

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), [mediadaten.heise.de/produkte/print/das-magazin-fuer-innovation](mailto:mediadaten.heise.de/produkte/print/das-magazin-fuer-innovation)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Dierichs Druck + Media GmbH & Co.KG, Frankfurter Str. 168, 34121 Kassel

**Vertrieb Einzelverkauf:**  
VU Verlagsunion KG  
Meißberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax.: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)  
Internet: [www.verlagsunion.de](http://www.verlagsunion.de)

**Einzelpreis:** 10,90 €; Österreich 11,90 €; Schweiz 18,00 CHF; Benelux, Italien, Spanien 11,90 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabo (7 Ausgaben) kostet inkl. Versandkosten: Inland 65,10 €; Österreich 66,50 €; Schweiz/Europa: 72,10 €; restl. Ausland 88,20 €

Das Make-Plus-Abonnement (inkl. Zugriff auf die App, Heise Select sowie das Make-Artikel-Archiv) kostet pro Jahr 6,30 € Aufpreis.

## Abo-Service:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.:

**Maker Media GmbH**  
Leserservice  
Postfach 24 69  
49014 Osnabrück  
E-Mail: [leserservice@make-magazin.de](mailto:leserservice@make-magazin.de)  
Telefon: 0541/80009-125  
Telefax: 0541/80009-122

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Alle beschriebenen Projekte sind ausschließlich für den privaten, nicht kommerziellen Gebrauch. Maker Media GmbH behält sich alle Nutzungsrechte vor, sofern keine andere Lizenz für Software und Hardware explizit genannt ist.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in Make erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Published and distributed by Maker Media GmbH under license from Make Community LLC, United States of America. The 'Make' trademark is owned by Make Community LLC Content originally partly published in Make: Magazine and/or on [www.makezine.com](http://www.makezine.com), ©Make Community LLC 2020 and published under license from Make Community LLC. All rights reserved.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf Recyclingpapier.

© Copyright 2020 by Maker Media GmbH

ISSN 2364-2548

## Nachgefragt

Welcher Aspekt gefällt dir an der Arbeit mit Holz besonders gut?

### Carsten Meyer

Hannover, prüft auf Seite 114 als professioneller Fräsenfan die Stepcraft auf Herz und Nieren

Holz war für mich der erste Werkstoff überhaupt: Mangels Alternativen bekamen meine ersten Schaltungen Opas leere Zigarrenkisten und ausgeschlachte Lautsprecher alte Nachtschränken als Behausung. Holz ist ideal für Anfänger: Leicht zu bearbeiten und zu leimen, und es reichen für den Anfang wenige Werkzeuge.

### Nicole Wesche

Hannover, hat das Layout dieser Ausgabe gemacht und mit Fachwissen zu Hasenleim gegläntzt

Holz ist ein unglaublich vielseitig einsetzbares Naturmaterial: Ich kann es kreativ mit den unterschiedlichsten Methoden – auch fernab jeglicher Technik – nur mit meinen Händen bearbeiten. Jeder Fortschritt meiner Arbeit ist sicht- und spürbar und das Ergebnis ist durch die Beschaffenheit des Materials immer ein Unikat.

### Peter König

Hannover, schwelgt im Editorial in Erinnerungen an seine Schreinerlehre

Der Geruch. Frisch gesägtes Holz und Hobelspäne riechen für mich so gut, dass man mich damit in jede Tischlerei und jede Holzbootwerft hinein locken kann. Der Krach der Kreissäge treibt mich dann aber schnell wieder heraus. Wenn ich selber mit Maschinen an Holz arbeite, gehört der Hörschutz zu den wichtigsten Werkzeugen.

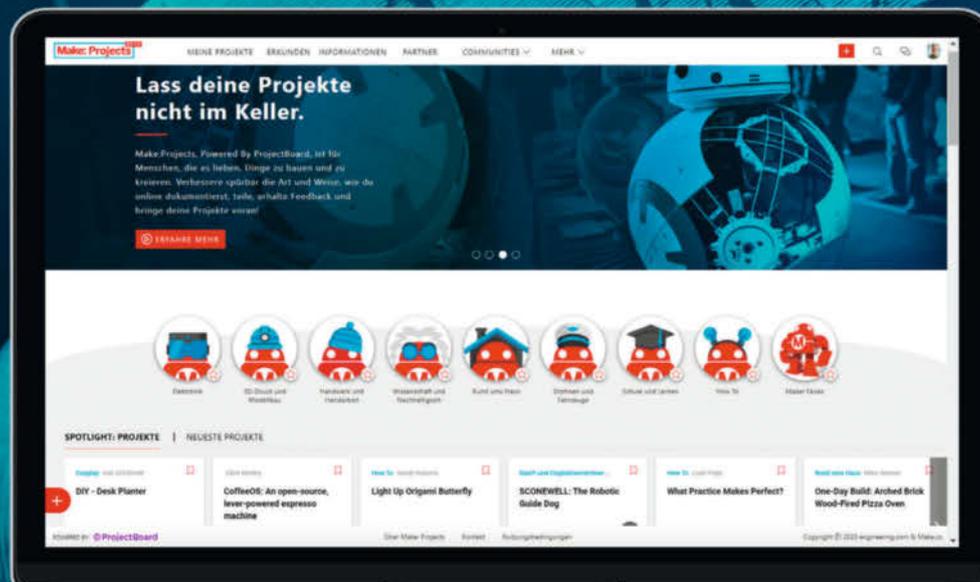
### Rebecca Husemann

Braunschweig, baut auf Seite 120 geduldig eine epische leuchtende Buchstütze

Ich liebe es, wie präzise Holzarbeit sein kann, obwohl das Ausgangsmaterial so unberechenbar ist. Perfektion erreicht man nur mit großer Geduld von Hand oder dank gutem Design mit der richtigen Maschine. Oft genug wird das Ergebnis erst so schön, weil das Holz seinen eigenen Kopf hat. Darum arbeite ich so gerne mit dem Lasercutter.



# Make: Projects



## Werde Teil einer weltweiten Maker-Community – online!

Zeige auf der neuen, deutschsprachigen Online-Plattform allen, woran du gerade arbeitest. Teile deine Projektidee, dokumentiere deinen Arbeitsfortschritt und profitiere dabei von dem Feedback anderer Maker. Finde Inspiration für neue Projekte aus vielfältigen Kategorien. Erweitere deine Fähigkeiten durch Schritt-für-Schritt-Anleitungen anderer Maker oder gestaltet gemeinsam in Projektteams etwas völlig Neues – egal, wo auf der Welt ihr euch befindet.

**STARTE JETZT DEIN PROJEKT!**

[www.makeprojects.com/de](http://www.makeprojects.com/de)

© Copyright by Maker Media GmbH

# Alles drin für Ihre Werkstatt!

HolzWerken bietet Ihnen auf 64 Seiten alles, was in der Werkstatt hilft – von Grundlagen bis zu fortgeschrittenem Handwerk mit Holz. Inklusive vielen Projekt-Anleitungen.



HolzWerken im Abo, 7 Ausgaben im Jahr.

#### Ihre Vorteile:

- **Sie verpassen keine Ausgabe:** Alle sieben Ausgaben kommen automatisch zu Ihnen.
- **Lesen Sie zuerst:** Abonnenten erhalten ihr Heft vor Erscheinen im Handel\*
- **Sparen Sie etwa 17% gegenüber dem Einzelkauf\***
- **Wählen Sie** zwischen Print- und Digital-Abo für 58,- €\* oder dem Kombi-Abo für nur 65,- €\* im Jahr \*im Inland

Gleich bestellen

unter [www.holzwerken.net/shop/abo](http://www.holzwerken.net/shop/abo)

oder telefonisch unter +49 (0)511 9910-025

Foto aus dem Buch  
„Praktische Werkstattmöbel“  
von Christopher Schwarz

Das umfangreiche HolzWerken-Buchprogramm finden Sie unter [www.holzwerken.net](http://www.holzwerken.net)

Hier ist für jeden was dabei: Holzarbeiten aller Art, Umgang mit Werkzeug und Maschinen, Möbelbau, Drechseln, Schnitzen und Holzhausbau.



Fordern Sie den **Gesamtkatalog** **kostenlos per Mail an:**

[katalog@holzwerken.net](mailto:katalog@holzwerken.net)

**HolzWerken**  
Wissen. Planen. Machen.

© Copyright by Maker Media GmbH.