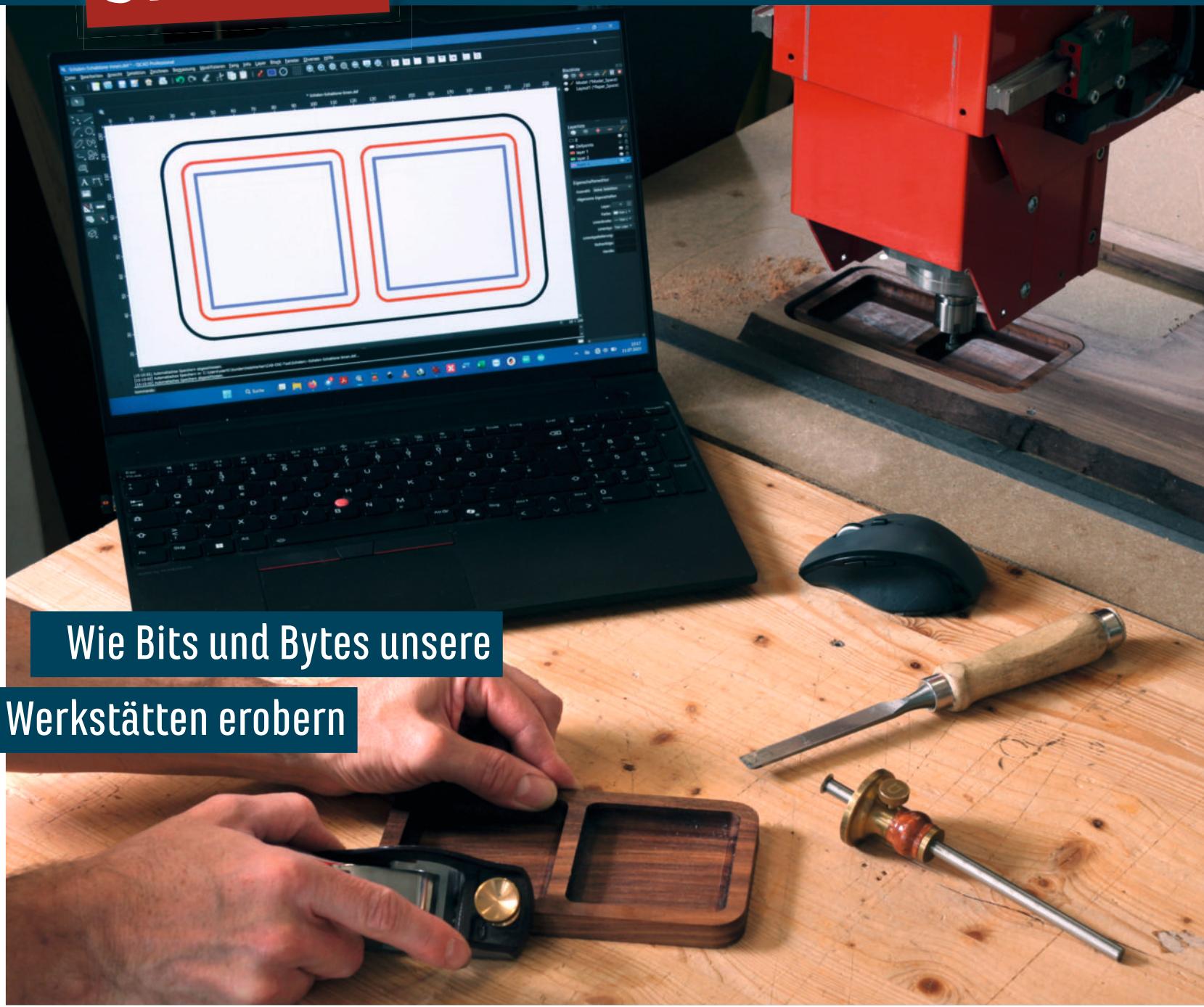


# HolzWerken

SPEZIAL

DIGITAL!



Wie Bits und Bytes unsere  
Werkstätten erobern

## Kombi-Fertigung:

Projekte mit CNC und  
Handoberfräse

## Fixe Vorrichtungen:

Was ein 3D-Drucker so an  
günstigen Helfern liefert

## Smartphone & Co:

Intelligente Apps bringen  
schneller ans Ziel



# HolzWerken

## Das Beste aus der Zeitschrift

### So geht Werkstatt:



Mehr zum Buch:



Mehr zum Buch:



#### HolzWerken Werkstatt-einrichtung

- Vorrichtungen
- Hobel- & Werkbänke
- Planung und Raumauftteilung der eigenen Werkstatt
- Bauprojekte für Möbel zur Aufbewahrung
- Projekte aus der Zeitschrift HolzWerken

120 Seiten, Softcover

ISBN 978-3-86630-729-2

Best.-Nr. 9178

22,- €

#### HolzWerken Werkstatt-einrichtung 2

- Rund um die Hobelbank: Selbstbau, Umbau, Anbau, Helfer zum Fräsen und Bohren
- Böcke mal anders
- T-Nut-Schienen
- Stauraum und Ablagemöglichkeiten
- Arbeitstische
- Praktische Tipps: Planung der Stromversorgung und Bau von Absauganlagen

120 Seiten, Softcover

ISBN 978-3-7486-0735-9

Best.-Nr. 22296

22,- €

#### Paketangebot: Buchpaket Werkstatteinrichtung 1 und 2

Bestellung exklusiv bei HolzWerken  
Best.-Nr. 22306  
38,- €



Bestellen Sie versandkostenfrei\*

T +49 (0)6123 9238-253 · [www.holzwerken.net/shop](http://www.holzwerken.net/shop)

\* innerhalb Deutschlands

NEU: Die besten Tipps und Tricks  
jetzt auch als Buchpaket!



Mehr zum Buch:



Mehr zum Buch:



#### HolzWerken Die besten Tipps und Tricks 1

- Die besten Tipps & Tricks aus den ersten 47 Ausgaben der Zeitschrift HolzWerken
- Anregungen um die Arbeit schneller, sicherer und komfortabler zu machen
- Themengebiete: Tischlern, Drechseln und Werkstatt

112 Seiten, Softcover

ISBN 978-3-86630-996-8

Best.-Nr. 9171

22,- €

#### HolzWerken Die besten Tipps und Tricks 2

- Die besten Tipps & Tricks aus den Ausgaben 48 bis 65 der Zeitschrift HolzWerken
  - Register zur gezielten Suche nach dem passenden Tipp
  - Eine Fundgrube an Ideen für alle Holzbegeisterten
- 96 Seiten, Softcover  
ISBN 978-3-7486-0506-5  
Best.-Nr. 21819  
22,- €

NEU – Paketangebot:  
Buchpaket  
Die besten Tipps und Tricks 1 und 2

Bestellung exklusiv bei HolzWerken  
Best.-Nr. 22498  
38,- €



HolzWerken  
Wissen. Planen. Machen.

# „Digital ist besser: Wirklich?“



Oft liegen das digitale Arbeiten und Handwerkzeuge gar nicht so weit auseinander, wie man denkt.

Und damit sind wir beim Digitalen, dem Schwerpunkt dieses Heftes. Denn Digitalisierung bedeutet viel mehr als nur etwas Entertainment. Mit Chip-Unterstützung können wir heute für die Werkstatt konstruieren, fräsen, 3D-drucken und lasern. Dabei sind Geräte und Software viel anwenderfreundlicher als noch vor wenigen Jahren. Daher ist jetzt genau die richtige Zeit für ein **HolzWerken**-Spezialheft „Digital!“. Diesmal dreht sich vieles (aber längst nicht alles) um 3D-Druck, CNC-Fräser, Lasercutter und CAD. Auch clevere Ideen für die Automatisierung der eigenen Werkstatt sind dabei.

Wir zeigen damit die Möglichkeiten auf, die eigene Arbeit zu beschleunigen, zu ergänzen, bequemer und spannender zu

Wie halten Sie es mit Musik in der Werkstatt? Bach, Beatles, Beyoncé, etwas für Sie dabei? Der Genuss von Rock, Pop, Klassik oder auch von Hörbüchern und Podcasts ist dabei gar nicht so einfach. Immer wieder brummt der Schleifer oder es kreischt die Kreissäge. Und sie fahren dabei immer genau in das Super-Solo oder den eingängigen Refrain. Ich persönlich kann das nicht: Wenn ich laute Arbeit zu erledigen habe oder ich mich besonders konzentrieren muss, brauche ich ansonsten Ruhe. Aber das geht jedem anders. Deshalb haben wir uns für diese **HolzWerken**-Sonderausgabe mit Gehörschützern beschäftigt, die gleichzeitig Musik aufs Ohr bringen können. Das geht per Bluetooth.



machen. Womöglich heben die digitalen Helfer den ein oder anderen Holzwerker sogar auf ein neues Level!

[redaktion@holzwerken.net](mailto:redaktion@holzwerken.net)

Ich selbst sehe die neuen Tools wie einen Werkzeugkasten, aus dem ich mich bediene, wann und wie ich Lust dazu habe. Ich mag es sogar, wenn ich in der einen Minute von Hand hobele, um kurz danach am Rechner eine Vorrichtung für die Werkstatt auszudrucken.

Womit ich wieder bei der Musik wäre: Ich schließe mich ausdrücklich nicht der Meinung an, die die Hamburger Band Tocotronic mit ihrem 1995er Album-Titel formulierte: „Digital ist besser!“. Aber hilfreich ist „Digital“ dann doch sehr oft. Viel Spaß mit dieser Spezialausgabe von **HolzWerken**!

*Andreas Duhme*

Andreas Duhme, Chefredakteur **HolzWerken**



12: Kurz mal analog: Rundholz mit Zapfen



50: Genau mit Licht: So geht Lasercutting



Schablone oder Bildschirm?

Diesen Hocker können Sie schnell  
sowohl mit einer CNC- als auch  
mit einer klassischen Fräse bauen



## 6 Tipps und Tricks

Sägebreiten-Markierung auf dem Tisch  
Breite Nuten fräsen und vieles mehr

## Werkstattpraxis

- 12 Rundum schön**  
Durchgestemmter Zapfen in Rundhölzern
- 14 Konstruktion aus Bit und Bytes**  
CAD-Programme für die Holzwerkstatt
- 38 Wie von Geisterhand**  
Automatisierte Werkstatt-Prozesse
- 42 Schnelle Helfer selbst gedruckt**  
3D-Druck als perfekte Ergänzung zum Holz
- 46 Danke für die Vorrarbeit**  
Modellbibliotheken liefern Vorlagen in Massen
- 50 Lasercutting: Von wegen Science-Fiction**  
Exaktes Gravieren und Schneiden

# Doppelt gefräst

## 26 Steckmöbel auf zwei Wegen



Ob Sie mit einer handgeführten Oberfräse oder einer CNC arbeiten, macht einen großen Unterschied. Wir zeigen Ihnen die wichtigsten Schritte für beide Verfahren – am gleichen Möbelstück.



Foto: ligonium



32: Kleine Revolution: Holz im Maschinenbau



20: Vernetzte Holzmaschinen: Sinn oder Unsinn?



22: CNC verstehen Schritt für Schritt

## Projekte

**56**

### Schalenbau mit Tempomessung

Spart CNC-Fräsen wirklich Zeit?

## Spezial

**32**

### Besser als Metall und Kunststoff

Wie Holz Einzug in den Maschinenbau hält

## Maschine, Werkzeug und Co.

**20**

### Sinnvolle Verbindung?

Bluetooth an Elektrowerkzeugen

**22**

### Gute Führung für den Fräser

Was Sie über CNC wissen sollten

**36**

### Musik statt Lärm

Gehörschutz mit Audiofunktion

**60**

## Neues für die Werkstatt

CNC zum Ausbauen: Mekanika Evo

Bench Pilot: Stationär mit der Shaper Origin

Woodbin: Praktische Online-Werkstattrechner

Doppelter Strom dank Festools SD I-CT 26-48

Komplett fehlerloses Holz von Wood4Pros

**64**

## Schnittstelle

Post von unsere Lesern

**HolzWerkenTV:** Bohren von Hand

Weg mit dem Schimmel im Blog

Digitale Artikel jetzt im Einzelverkauf

**3**

## Editorial

**66**

## Vorschau | Impressum

## Schaden mit Absicht

Feinsinnige Handwerksästheten müssen jetzt sehr stark sein: Es gibt neben dem Kontern und der Schraubensicherung (einem Kleber) noch einen Weg, eine Mutter dauerhaft auf einem Gewinde zu positionieren: Gewalt. An der Stelle, an der die Mutter stecken bleiben soll, beschädigen Sie ein, zwei Gewindegänge gezielt mit einem Körner oder einem alten Schraubenzieher. Dann die Mutter mit Kraft aufdrehen, und sie bleibt bis zu einem gewissen Drehmoment an dem ihr zugewiesenen Platz.

...

## Schale ohne Backenfutter

Schalendrechseln ohne Backenfutter ist möglich. Dazu wird der Rohling auf der künftigen Unterseite per Papierverleimung mit einem fingerdicken, stabilen Opferbrett beklebt. Schrauben Sie ihn dann mit der Oberseite an die Planscheibe (Schrauben weisen ins spätere Schaleninnere) und drechseln Sie die Außenseite. Dann wird alles gedreht und das Opferholz mit der Planscheibe verschraubt. So entsteht das Schaleninnere. Dann das Opferholz abspalten und den Schalenboden sauber schleifen.

...

## Nur die zweitbeste Lösung

Wie stabilisiert man einen alten Stuhl? Eine über die Jahrzehnte gealterte Leimverbindung kann durch die Injektion von frischem Leim (mit einer Spritze) für einige Zeit wieder fit gemacht werden. Der Haken: Das wird mit einiger Wahrscheinlichkeit auch nicht ewig halten. Denn der neue Kleber legt sich meist auf den alten, der ja schon Bindungsprobleme hat. Nachhaltiger ist es, den Stuhl vorsichtig zu zerlegen, den alten Leim ganz zu entfernen und dann neu zu verleimen.



Fotos: Andreas Duhme

## Sägen nach Anriss – aber leichter

Das Schneiden nach Anriss ist auf der Kreissäge in manchen Situationen der einzige Weg, um ein Bauteil gezielt auf Maß zu bringen. Dabei wird dieses Maß allerdings eben nicht in Millimetern ausgedrückt, sondern per „Riss“ – heute in der Regel ein Bleistiftstrich – angezeichnet. Beim Einpassen von Leisten ist das regelmäßig der Fall. Erfahrene Säger stellen sich ausnahmsweise vor das Sägeblatt und kneifen ein Auge zu. Sie bringen dann den Riss auf dem Holz in eine Linie mit der linken Seite des Sägeblatts

(seltener der rechten, je nach Schnitt) und schneiden ab.

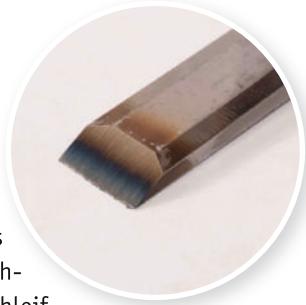
Wer hier Schwierigkeiten hat, macht die beiden Seiten des Sägeblatts mit einem Trick besser sichtbar. Trennen Sie die Maschine vom Strom und kleben Sie einen Streifen Klebeband vor das Sägeblatt. Legen Sie eine schnurgerade Latte rechts und dann links bis ans Blatt und markieren Sie die Position als Linie auf dem Klebeband. Jetzt können Sie das Werkstück an diese Linie schieben und abschneiden. ◀

## Wenn der Stahl blau ist

Hier mal eine gute Nachricht: Blau angelaufener Stahl ist nicht das Ende der Welt! Schon klar, es ist ärgerlich: Ein Drehseileisen, ein Stechbeitel oder ein Hobeleisen werden am trockenen, schnell laufenden Schleifbock einen winzigen Moment zu lang angedrückt. Die Temperatur vorne an der Schneide steigt auf 300 Grad und damit zu hoch: Bei Werkzeugstahl bildet sich das harte Martensit zurück, damit sinken Härte und damit die Standzeit deutlich. Bei HSS-Stahl können sich bei diesen Temperaturen die harten Carbide unkontrolliert aus dem Gefüge lösen – mit ähnlichem Effekt.

Es ist nun aber nicht immer nötig, den ganzen blauen Bereich mühsam wegzuschleifen: Oft kann ein vorne blauer Stechbeitel noch für grobe Arbeiten herhalten. Klar, er stumpft schneller ab, und muss dann früher geschliffen werden. Aber immerhin hat der Stahl dann zuvor noch einen kleinen Dienst erwiesen.

Am besten ist es natürlich, wenn das Ganze erst gar nicht passiert: Machen Sie häufig Pausen und kühlen Sie den Stahl immer wieder für einige Sekunden mit Wasser. Schon wenn er nur „handwarm“ ist, sollte das erfolgen: An der Schneide sind die Temperaturen dann schon viel höher! ◀

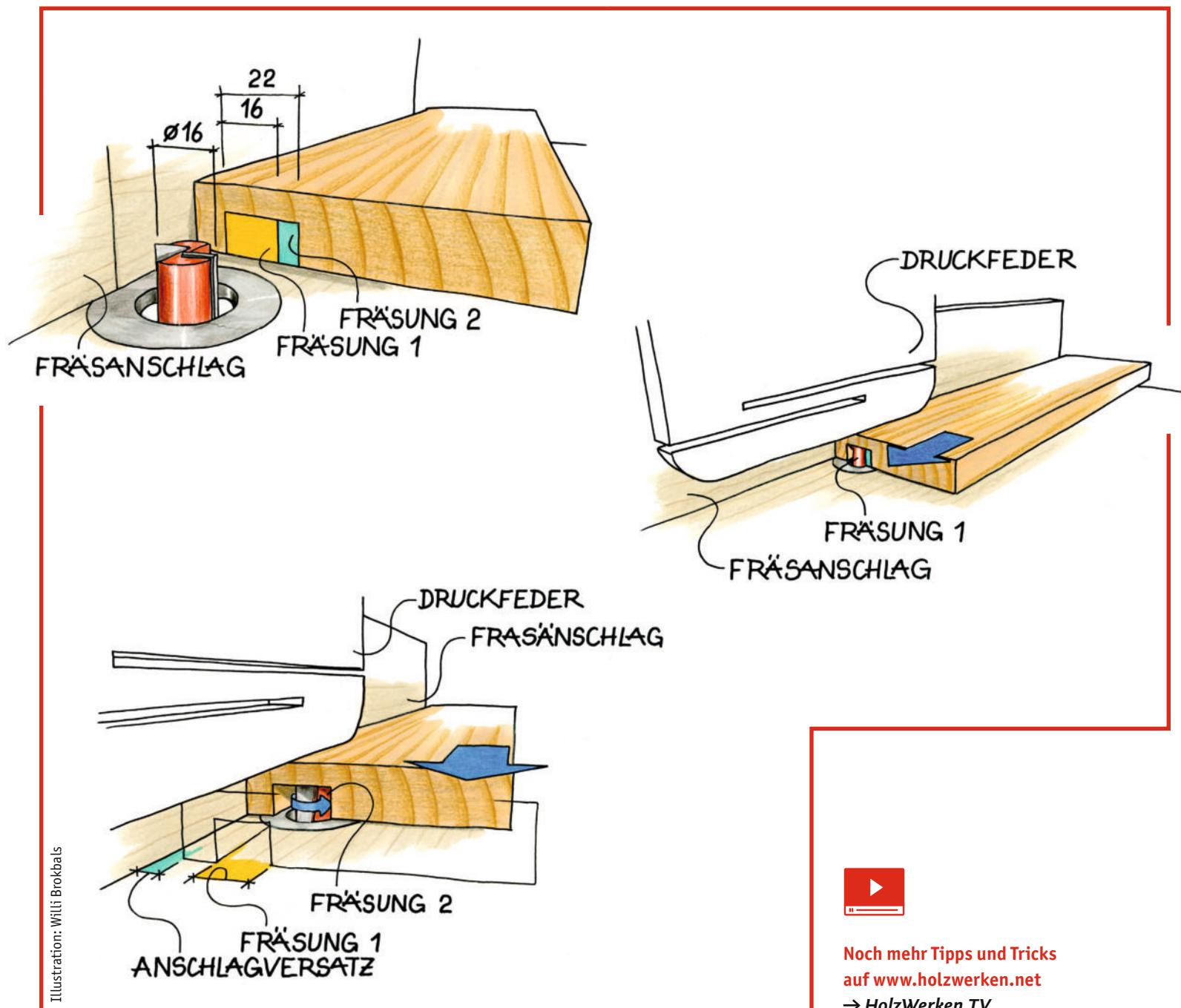


# Ab nach hinten

Niemand hat alle Schaffräser für jedes erdenkliche Maß. Es kommt immer wieder vor, dass eine Nut breiter werden muss, als der Nutfräser dick ist. Am Frästisch bedeutet das: Der Anschlag muss nach hinten. Aber der Reihe nach und mit einem Beispiel: Gefräst werden soll eine 22 mm breite Nut längs in einem Brett. Zur Verfügung steht ein 16-mm-Nutfräser. Zeichnen Sie zur Verdeut-

lichung die 22 mm breite Nut einmal exakt aufs Stirnholz. Fräsen Sie dann in einem ersten Durchgang so, dass die hintere Flanke der Nut angelegt wird. Verschieben Sie dann den Anschlag genau 6 mm nach hinten und fräsen Sie erneut. Die Vorschubrichtung bleibt gleich, wie eigentlich immer am Frästisch von rechts nach links. Nur, wenn der Anschlag nach hinten wandert statt nach vorne,

arbeiten Sie weiter sicher: Mit Ihrer Vorschubkraft setzen Sie dem Fräser etwas entgegen (Fräsen im Gegenlauf). Wenn der Anschlag stattdessen nach vorne gewandert wäre, würde der Fräser an der anderen Nutflanke angreifen. Beim dann entstehenden „Fräsen im Gleichlauf“ können die Schneiden Ihnen das Werkstück aus der Hand reißen – mit sehr unangenehmen Folgen. ▶



Noch mehr Tipps und Tricks  
auf [www.holzwerken.net](http://www.holzwerken.net)  
→ HolzWerken TV

## Hobeln ohne Riefen

Kaum etwas kommt an die Oberfläche heran, die ein knackscharfer Putzhobel erzielt. Was vielen Hobel-Einsteigern dabei richtig viel Frust bereitet: die tiefen Riefen, die ein auch nur leicht schief eingestelltes Eisen unweigerlich hinterlässt. Nichts nimmt einem eine gute Hobeleinstellung ab, aber man kann dem zusätzlich entgegenwirken. Runden Sie beim Schärfen des Putzhobeleisens dessen scharfe Ecken ab, ein Radius von ein, zwei Millimetern genügt. Das nimmt den Riefen den Schrecken.

...

## Wer gut schmiert...

Ein scharfer Bohrer sollte nicht rauen. Wenn doch, ist er in der Regel stumpf und/oder er wird mit zu viel Druck ins Holz gepresst. Bei sehr tiefen Löchern mit Schlangenbohrern kann der Qualm aber dennoch entstehen. Hier hilft ein wenig Schmierung. Reiben Sie die Wendeln des schon etwas warmen Bohrers mit einem harten Stück Wachs, zum Beispiel Carnauba, ein. Diese Schmierung vermindert die Reibung des Stahls am Lochrand ganz erheblich.

...

## Trocken und hart

Klar: Bildhauerarbeiten oder von Hand geschnitzte Schilder brauchen gutes Holz. Linde oder härtere Eiche, am besten astfrei, sind gut geeignet. Holzfehler lenken den Betrachter in der Regel nur ab. Die Holzfeuchte ist ein weiterer Faktor, der beachtet sein will. Klar, „nasseres“ Holz lässt sich mit Schnitzbeiteln besser schneiden. Das Stück wird aber später im Wohnraum nachtrocknen, sich mitunter werfen und reißen. Hier ist man mit gut durchgetrocknetem Holz auf der sicheren Seite.



## Rohlinge am Stück

Kleine Rohlinge für gedrechselte Dosen oder Büchsen werden am besten auf der Bandsäge zugeschnitten, denn das geht am schnellsten. Wenn es sich um Querholz handelt (Fasern rechtwinklig zur späteren Drehachse), klappt es mit dieser Methode besonders sicher: Nicht erst die Rohlinge alle als Vierkant von einem Brett abschneiden und dann die Ecken kappen, damit ein Achteck entsteht. Stattdessen die Roh-

linge so lange wie möglich im Brett belassen. Dieses Brett wird zuerst auf die Wunsch-Breite geschnitten. Zeichnen Sie die Rohlinge dann im Holz per Zirkel an und schneiden Sie wie im Bild zu sehen V-förmig ein.

Erst dann trennen Sie jeden Rohling mit einem rechtwinkligen Querschnitt ab. So bleiben die Fingerspitzen immer schön weit vom Bandsägeblatt entfernt.◀

## Entspannt im Futter

Es ist immer wieder ein Kraftakt: Ein schwerer Schalenrohling ist außen fertig geformt. Nun muss er mit seinem angedrehten Zapfen oder Rezess ins Backenfutter der Drechselbank. Sehr viele drechselnde Zeitgenossen, auch aus dem **HolzWerken**-Team, jonglieren dabei einhändig mit dem unhandlichen Holzklotz über dem Bankbett herum, um ihn frei schwebend irgendwie im Futter zu befestigen. Die andere Hand bedient derweil den Futterschlüssel. Nicht selten landet der Zapfen oder der Rezess dadurch schief im Futter.

Unser Autor Jan Hovens macht es viel entspannter: Er schraubt das Backenfutter von der Spindelnase. Der außen vorbereitete Schalenrohling wartet dabei schon auf dem Bankbett, Zapfen oder Rezess nach oben. So lässt sich das Futter exakt ansetzen und ordentlich festziehen. Erst dann wird das Futter samt Rohling mit beiden Händen ganz gezielt auf die Spindelnase geschraubt.◀



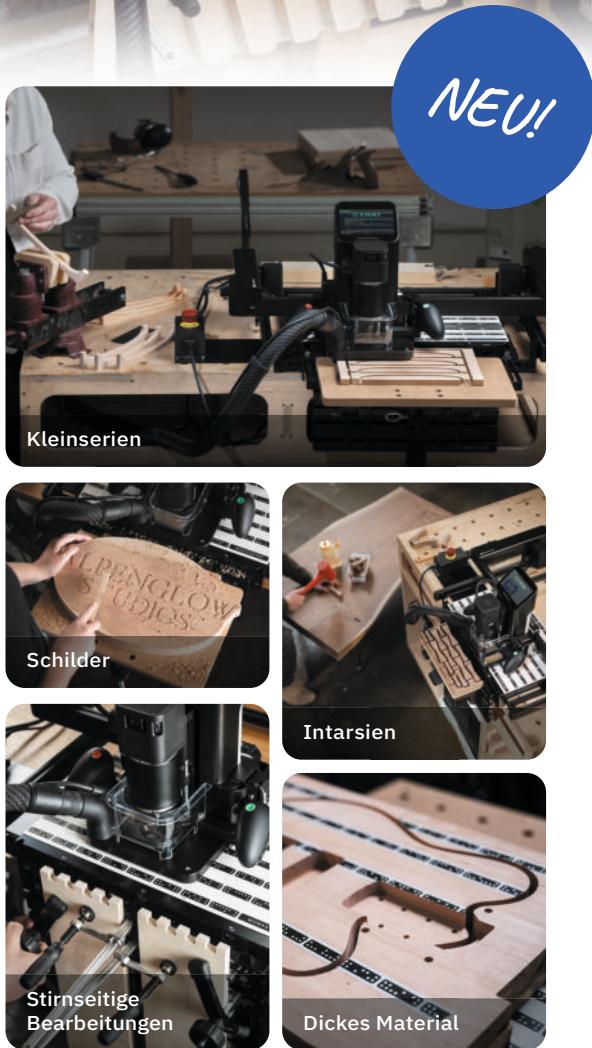
Fotos: Andreas Duhme



# HÄNDE FREI, WENN DU ALLE HÄNDE VOLL ZU TUN HAST.

Zeitaufwendige Projekte? Nur her damit! Entdecke BenchPilot, die automatische Steuerung von Origin.

Dank BenchPilot ist Origin die einzige CNC-Maschine, die sich im Handumdrehen von einer mobilen, hand-CNC in eine kleine Portalfräse verwandeln lässt. BenchPilot eignet sich hervorragend für mühsame oder aufwendige Projekte, wie die Herstellung einer Reihe von Zapfen oder das Anfertigen einer großen Gravur.



 SHAPER

## Trennen ohne Kippen

Kleine Stämmchen Apfel, Pflaume, Flie-der oder andere Gartenfundstücke lie-fern oft wunderschönes Holz für kleine Teile. Damit das Holz rissfrei trocknen kann, muss es möglichst schnell in zwei Halbstämme geteilt werden. Das geht gut auf der Bandsäge: Zwei Platten mit geraden Kanten je links und rechts mit vielen, aber kurzen Schrauben befesti-gen, so dass sie den Sägetisch berüh-ren. Dann die gewünschte Schnittlinie (natürlich jenseits der Schrauben) an-zeichnen und los geht es, ganz ohne zu kippen.

...

## Ungewollt magnetisch

Magnetismus ist in der Holzwerkstatt oft praktisch, kann aber auch stören. Wenn Werkzeuge zur Aufbewahrung lange an einer magnetischen Leiste hängen, werden sie mitunter selbst etwas magnetisch. Das stört meis-tens nicht weiter, beim Drechseln aber schon. Magnetisierte Röhren und Schaber bleiben dann ein klein we-nig an der Werkzeugaflage hängen. Das irritiert und macht die saubere Werkzeugführung schwierig. Drechsel-werkzeuge also besser nicht an Magne-ten aufhängen.

...

## Hobel müssen nicht auf die Seite!

Wer Besuch von Holz-Veteranen in der Werkstatt hat, bekommt unter Garantie irgendwann den Hinweis: Einen Hobel nie-nie-niemals auf der Sohle abstel-ten! Haben sie vor 50 Jahren so gelernt. Der Rat ist nicht falsch, aber es gibt auch andere Möglichkeiten, die heraus-stehende Schneide zu schützen: Man kann den Hobel auch auf eine Leiste stellen, auf ein Stück Teppich oder über der Hobellade. Und zwar aufrecht und somit Platz sparend, so dass man ganz bequem wieder zugreifen kann.

# Stoppen mit dem Boden

Ein handwerklich gebauter und geführter Schubkasten kommt ohne Stahlschienen aus, die oft doch sehr nach Industrie und Möbelhaus riechen. Dazu kann der Schubkasten unten auf Leisten laufen, er hat womöglich seitlich Nutten, einen Vollauszug aus Holz oder, oder, oder. Es gibt hier sehr viele attraktive Möglichkeiten. Es bleibt nur immer die Frage, wie der Schub-kasten gut gestoppt werden kann. Dabei ist es wichtig, alle Schubkästen auf genau gleicher

Höhe zu bremsen. Sonst riecht es sehr nach „keinen Bock“, weil die Fronten stark springen. Wie praktisch, dass viele Kästen dabei mit einem durchgehenden Schubkastenboden auf Platten-material gebaut werden. Dieser wird einfach mit dem (etwas schmaleren) Hinterstück ver-schraubt, und fertig.

Und der Boden kann auch gleich als Stopper dienen: Lassen Sie ihn hinten einfach so weit wie nötig länger. Er stößt dann zum Beispiel an die Rückwand an. Wann genau, das stellen Sie mit ein bisschen Schleif-papier oder einigen Hobelstrichen ein.◀

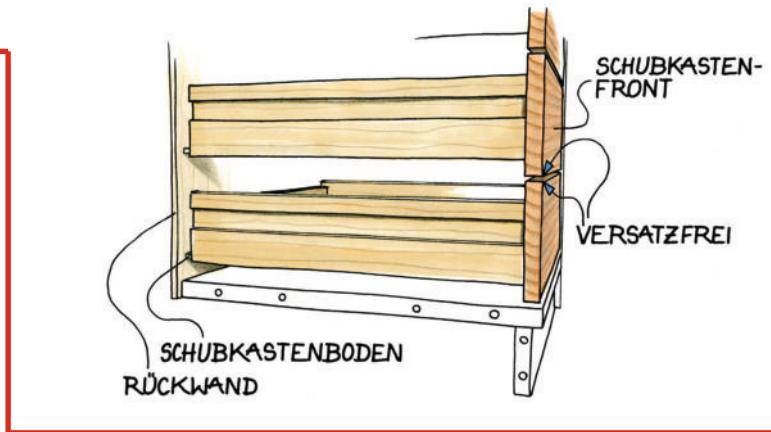
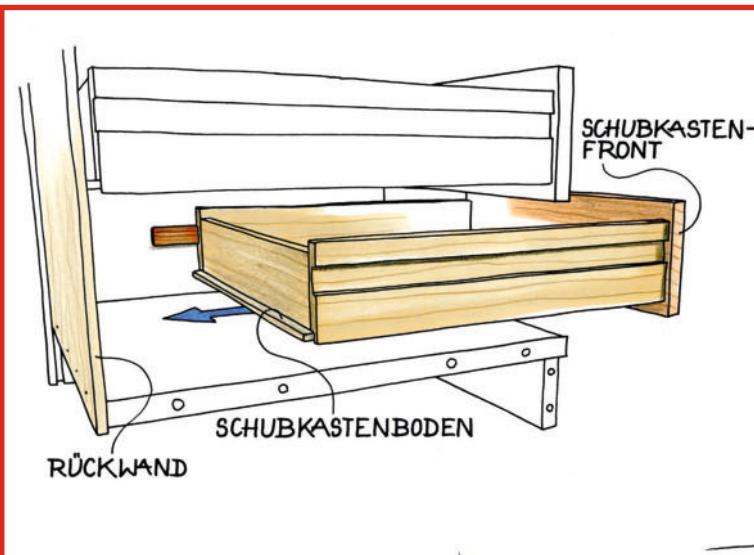


Illustration: Wili Brokals

## Einteilung ist schnell gemacht

Wer eine kreisförmige Holzscheibe in eine beliebige Anzahl von Tortenstücken einteilen will, kann zum Zirkel greifen. Wir haben hier in **HolzWerken** schon verschiedene Methoden vor-gestellt. Es geht, wenn auch vielleicht nicht ganz so exakt, auch einfacher. Man nehme einen Streifen Klebeband, der einmal um die Kante herum geklebt wird. Wo sich der Streifen selbst über-lappt, ziehen Sie eine Marke über beide Enden.

Nehmen Sie das Klebeband nun ab und befestigen Sie es vorübergehend auf einer geraden, sauberen Fläche.

Jetzt den Abstand der Markierungen mes-sen und durch die Zahl der gewünschten Tortenstücke teilen. Diesen Wert auf dem Klebe-band entsprechend häufig anzeichnen, und der Streifen wandert zurück auf die Kante der Scheibe.◀



## STAUNEN STATT STAUBEN

Der sauter Fräslift FML-BR verfügt über einen integrierten Absauganschluss, der anfallende Späne zuverlässig abführt und Ihre Frästischplatte staubfrei hält. Gleichzeitig schützt er den Fräsmotor vor Ablagerungen in der Lüftung und Abnutzung der Bauteile. Einfach eine saubere Sache.

Jetzt entdecken: [www.sautershop.de/fml-br](http://www.sautershop.de/fml-br)

## IGM Korpuszwingen

Spannkraft bis 800 kg  
Mit Hebelmechanismus  
Längen: 300–1500 mm  
Große Auswahl – Top-Qualität!

 [igmtools.de](http://igmtools.de)



## Maschinen und komplexe Vorrichtungen selbst bauen!



James Hamilton  
**Die Eigenbau-Werkstatt**  
Schlaue Vorrichtungen und kleine Maschinen aus Multiplex und T-Nut-Schienen  
152 Seiten, 21 x 28 cm, geb.  
ISBN 978-3-7486-0426-6  
Best.-Nr. 21636  
34,– €

 Mehr zum Buch:

- Handoberfräsentisch mit Schiebetisch
- Multifunktionslift für die Handoberfräse
- Fliehkraftabscheider für den Werkstattstaubsauger
- Trommelschleifmaschine mit doppelter Zuführung
- Multifunktionsschleiftisch, u.v.m.

**HolzWerken**  
Wissen. Planen. Machen.

# Zum Dahinschmelzen

## Serie: Verbindungen

Teil 18: Doppelte Einhälzung

Teil 19: Offenes Zapfenschloss

Teil 20: Zierzinkung

Teil 21: Gesicherter Zinken mit Spannkeil

Teil 22: Mehrfach abgesetzte Gratleiste

Teil 23: Arretierter überkreuzter Zapfen

Teil 24: Durchgestemmter Zapfen mit runder Brüstung

**G**ut gemachte Holzverbindungen von runden Hölzern sind für mich immer sehr befriedigend. Es wirkt oft, als wären die Hölzer verschmolzen. Aber es geht nicht nur um Optik: Durch die große Brüstungsfläche haben die Verbindungen eine sehr hohe Stabilität. Das konturfolgende Anreißen, das auch bei dieser Verbindung eine Rolle spielt, ist außerdem eine wertvolle Technik. Beherrscht man sie, helfen die Kenntnisse auch beim Einpassen von runden Teilen beim Möbelbau.

Diese Verbindung beginnt mit quadratischen Hölzern. Markieren Sie auf allen Flächen eine Längs-Mittellinie und eine eindeutige Bezugskante, von denen aus Sie alle Risse markieren. Stellen Sie dann einen Zirkel auf die halbe Materialstärke ein. Auf der Ober- und Unterfläche des Zapfenstücks werden als erste Orientierung für die späteren Brüstungen zwei Bogenschläge damit angerissen. Danach reißen Sie den eigentlichen Zapfen an. Beachten Sie die Zeichnung: Der Zapfen ist etwas schmäler als der spätere Durchmesser des ausgehobelten Rundholzes. Zeichnen Sie dann auf dem anderen Holzstück das dazugehörige Zapfenloch an.

Jetzt können Sie den Zapfen vorsichtig am bis kurz vor der Zirkelmarkie-

zung sägen. Um den Zapfen schmäler zu machen, arbeiten Sie auf dieser Seite nur etwa bis zur halben Zapfentiefe, sonst würden Sie schon die Brüstung treffen.

Der nächste Schritt ist, das Zapfenholz behutsam mit genug Luft zur Zirkel-Markierung in einem Winkel von 45° einzuschneiden (Ergebnis siehe Schritt 2). Stemmen Sie dann das Zapfenloch aus.

Vor den nächsten Schritten machen Sie beide Hölzer nun erst einmal acht-eckig – das übernimmt am präzisesten die Tischkreissäge. Es geht auch händisch mit einem Hobel. Dann muss aber sauber, am besten mit einem Streichmaß, angerissen werden. Jetzt können Sie beim Zapfenstück den Zapfen auch auf seiner unteren Hälfte auf Breite bringen (Schritt 3).

### Rund erst zum Schluss

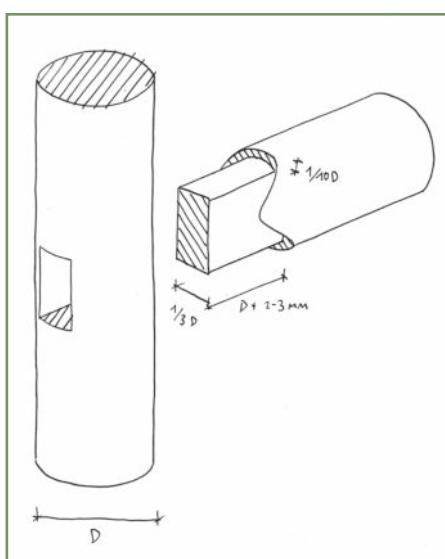
Jetzt hobeln Sie die Hölzer rund. Hierzu werden die acht Flächen nochmals auf sechzehn unterteilt, dann auf zweiunddreißig und als letztes auf vierundsechzig. Dann können Sie das Holz mit einem feinen Hobel final runden.

Schieben Sie den Zapfen erstmalig ein, bis die Brüstung, die ja immer noch gerade im 45°-Winkel steht, ein weiteres Einschieben verhindert. Jetzt übertragen Sie die Kontur des Zylinders mit dem Zapfenloch auf das Zapfenstück: Ich habe hierfür einen Nagel leicht gebogen und als Taster in den Zirkel eingespannt. Die Verbindung selbst sollte dafür lotrecht festgespannt werden.

Als nächstes wird der Zirkel auf das größte Spaltmaß zwischen beiden Hölzern eingestellt (Arbeitsschritt 5). Der Zirkel muss immer diese aufrechte Orientierung beibehalten, damit der Abstand immer derselbe bleibt. Die Kontur des (dunklen) Zylinders können Sie jetzt auf das Zapfenholz übertragen.

Im Anschluss arbeiten Sie die Brüstung mit einem scharfen Hohlbeitel bis zu diesem Riss aus. ▲

Dorian Bracht



## Durchgestemmter Zapfen mit Brüstung



1 Markieren Sie zuerst den Radius des Zylinders. Diese Markierung ist nur eine Orientierung, damit der Zapfen nicht zu weit eingesägt wird.

2 Sägen Sie ein gutes Stück weit von den Rissen, insbesondere bei den 45°-Schnitten. Es wäre ärgerlich, hinterher Schnittmarken in der Brüstung zu haben.

3 Der Zapfen wird mit Luft zum Riss abgesetzt. Die vorher schon eingesägte Fläche in der oberen Hälfte des Zapfens dient dabei als Referenz.

4 Das Rundhobeln macht mir besonders Spaß. Das Resultat eines rund gehobelten Zylinders ist haptisch wirklich toll. Achten Sie unbedingt darauf, nicht zu viel wegzunehmen.

5 Beim Übertrag der Kontur hilft der Zirkel als Taster. Es ist sehr wichtig, seinen Winkel nicht zu verändern, da sich das Maß sonst ebenfalls ändert.

6 Beim Ausarbeiten bis zum Riss müssen Sie in kleinen Schritten und mit sehr scharfem Werkzeug arbeiten. Man kann die Brüstung auch ganz leicht hinterschneiden. So gibt es weniger Stellen, die eine perfekte Passung verhindern könnten.

7 Das Holz mit dem Zapfenloch muss vor dem Übertragen der Kontur komplett fertig sein, da sich jede Änderung auf die Passung auswirkt.

8 Mit den kontrastreichen Hölzern zeigt sich die Verbindung von ihrer schönsten Seite. Die Hölzer verschmelzen förmlich ineinander.

# Bytes statt Bleistift

CAD-Programme zur Möbelkonstruktion gewinnen seit mindestens 15 Jahren immer mehr Freunde unter Holzwerkern.

Zeit für einen Marktüberblick: Welches Gratis-Programm kann was?

Die Holzbearbeitung hat in den letzten Jahren eine erstaunliche Symbiose mit der digitalen Welt erlebt. Wo früher Bleistift, Lineal und Millimeterpapier die Entwurfsphase dominierten, greifen heute auch ambitionierte Hobbyhandwerker zur digitalen Planung. CAD-Software (englisch für computer-aided design) hilft dabei, Möbelprojekte vorab zu planen, Fehlerquellen zu minimieren und kreative Ideen realistisch zu visualisieren.

Für viele stellt sich jedoch die Frage: Welche Software eignet sich für meinen Werkstattalltag? Muss ich dafür tief in die Tasche greifen? In diesem Artikel stellen wir vier kostenlose CAD-Programme vor, die sich für den Möbelbau eignen: SketchUp Free, Autodesk Fusion, Tinkercad und FreeCAD. Wir zeigen Stärken, Schwächen und typische Anwendungsfälle auf, damit Sie das passende Werkzeug für Ihre digitale Werkbank finden.

## SketchUp Free

SketchUp wurde ursprünglich von der Firma @Last Software mit dem Ziel entwickelt, eine besonders intuitive und

leicht zugängliche 3D-Modellierungssoftware zu schaffen. Diese Philosophie prägt das Programm bis heute: Statt technischer Komplexität steht visuelle Verständlichkeit im Vordergrund. Nach der Übernahme durch Google und später Trimble wurde SketchUp zunehmend browserbasiert – heute läuft die kostenlose Version, SketchUp Free, vollständig im Web-Browser.

Die Benutzeroberfläche ist aufgeräumt und logisch aufgebaut. Man arbeitet mit simplen Werkzeugen: Flächenformen wie Rechtecke oder Kreise werden durch Drücken und Ziehen zu dreidimensionalen Objekten, die dann verschoben, kopiert und angepasst werden können. Gerade Hobbyhandwerker mit Raumgefühl, aber ohne CAD-Erfahrung, kommen damit schnell zu sehenswerten Ergebnissen.

Werden Bauteile als Komponenten erzeugt, können diese kopiert werden, und die Änderung an einer Instanz wirkt sich auf alle weiteren Instanzen aus. Das ist sehr nützlich für sich wiederholende Bauteile wie etwa Tischbeine oder die Seitenteile eines Kastens. Eine echte Parametrik (siehe Kasten)

## Kostenlose CAD-Software – Chancen und Risiken

Kostenlose CAD-Software bietet Hobbyhandwerkern großartige Chancen, ihre Möbelprojekte digital zu planen. Sie birgt aber zugleich Risiken. Softwarehersteller stehen vor der Herausforderung, ihre Entwicklungs- und Wartungskosten zu decken. Immer wieder kommt es vor, dass Hersteller ihre kostenlosen CAD-Angebote einstellen oder die Nutzungsbedingungen ändern. Das ist eine Herausforderung, die viele Anwender schon erlebt haben.

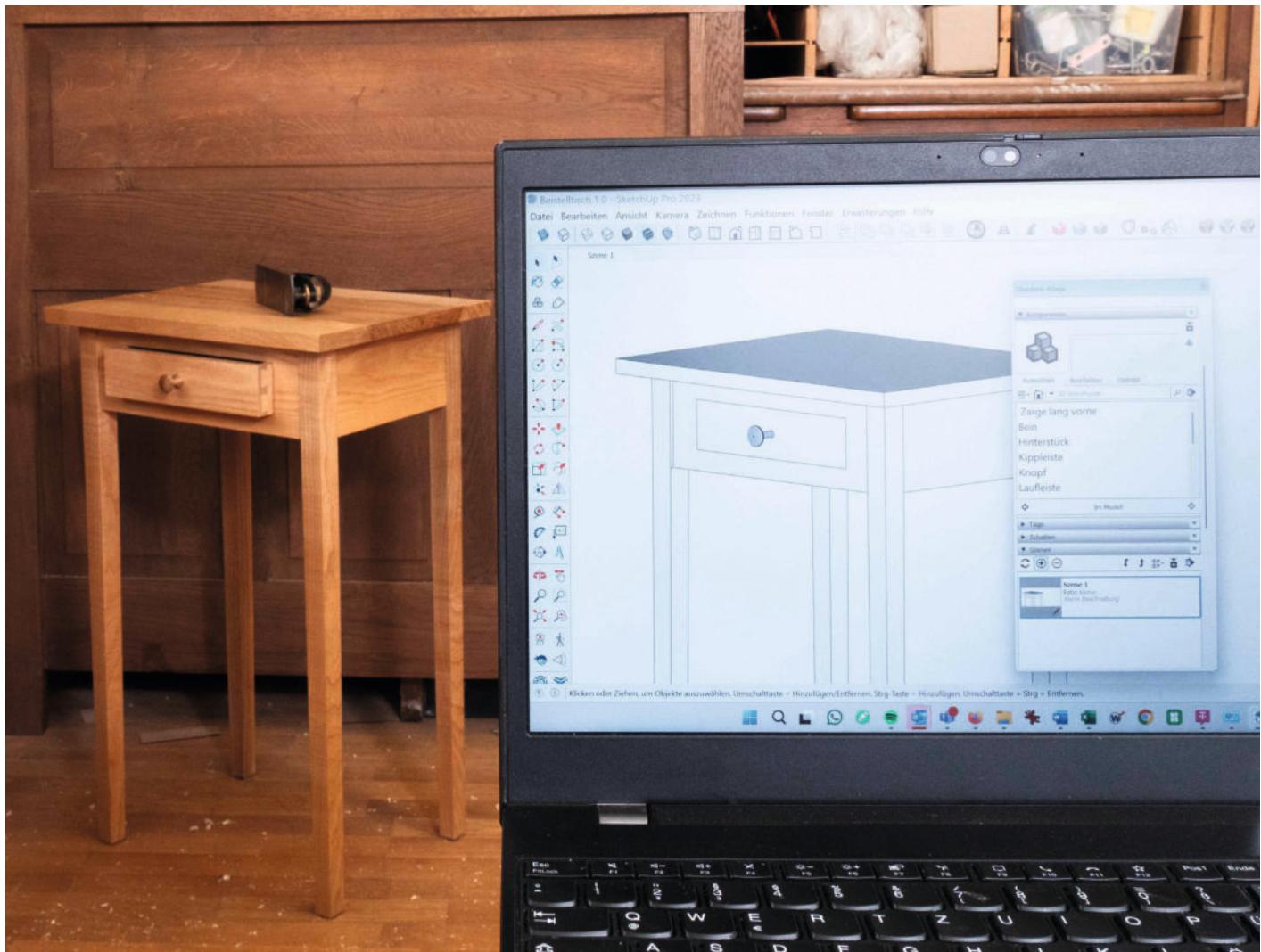
Während der Recherche haben wir beispielsweise BricsCAD Shape getestet, eine kostenlose, abgespeckte Version von BricsCAD, die SketchUp ähnelt. Kurz vor Fertigstellung dieses Artikels wurde angekündigt, dass BricsCAD Shape Ende 2025 eingestellt wird. Immerhin: Bestehende Nutzer können die Desktop-Anwendung auch dann weiterhin mit älteren Versionen verwenden. Ähnliche Erfahrungen gab es bereits bei SketchUp Make, der letzten frei verfügbaren Desktop-Version. Zwar bietet SketchUp mit SketchUp Free weiterhin eine kostenlose Version an, diese läuft jedoch ausschließlich browserbasiert.

Gerade bei browserbasierten CAD-Programmen besteht das Risiko, dass Hersteller ihre Bedingungen oder den kostenlosen Zugang jederzeit ändern können.

Wer langfristig auf Nummer sicher gehen möchte, sollte Desktop-Programme bevorzugen. Open-Source-Lösungen wie FreeCAD bieten dabei den Vorteil, unabhängig von Herstellern zu bleiben und die Software dauerhaft kostenlos nutzen zu können.

## Software im Überblick

Software	Plattform	Nutzung	Parametrik	Besonderheiten
SketchUp Free	Browser	Kostenlos für Private	Nein	Intuitiv, ideal für Visualisierung
Fusion	Windows/Mac/Cloud	Kostenlos für Private	Ja	Sehr leistungsstark, komplexer Einstieg
Tinkercad	Browser	Kostenlos	Nein	Sehr einfach, begrenzte Möglichkeiten
FreeCAD	Windows/Mac/Linux	Kostenlos, Open-Source	Ja	Open-Source, leistungsstark, sehr komplex



Fotos: Veronika Zenz

fehlt jedoch. Viele Änderungen müssen also manuell erfolgen – was bei komplexeren Möbelentwürfen unübersichtlich werden kann.

Dafür glänzt SketchUp beim visuellen Entwurf. Mit Tags (ehemals Layer) lassen sich Bauteile organisieren und einfach ein- und ausblenden. Über Szenen kann das Modell in unterschiedlichen Ansichten dargestellt

werden – etwa als Explosionszeichnung, mit oder ohne Bemaßung oder zur Hervorhebung bestimmter Details.

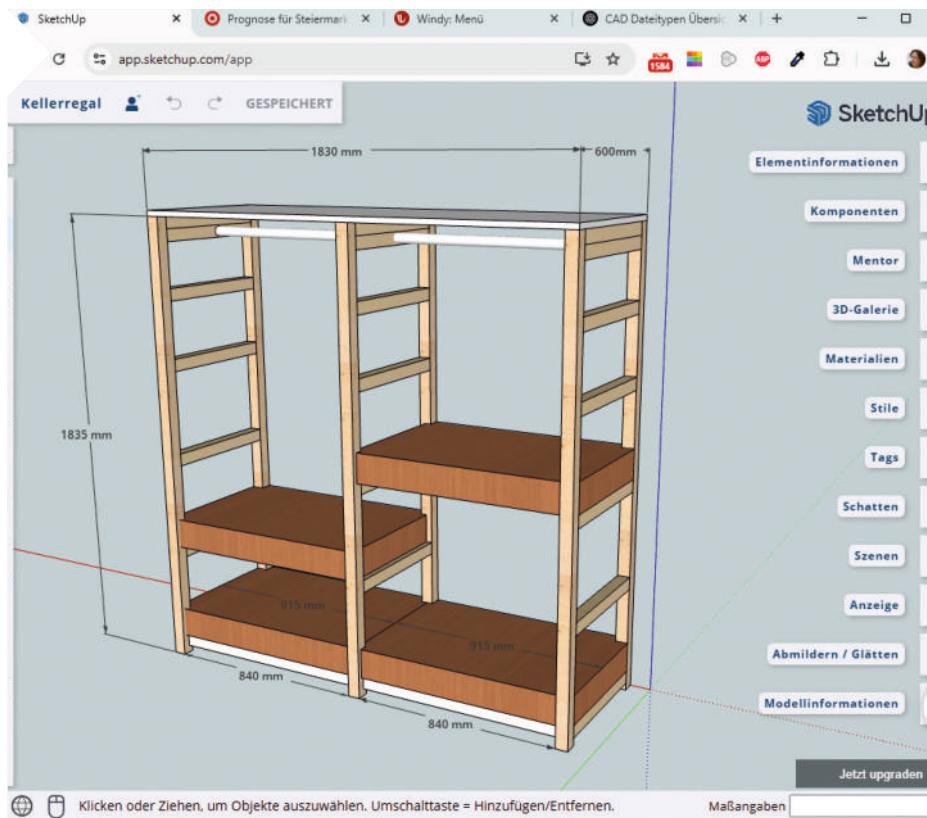
Für alle, die lieber lokal als im Browser arbeiten, ist SketchUp Make 2017 nach wie vor eine interessante Alternative für alle. Es ist die letzte offiziell kostenlose verfügbare Desktop-Version für den nicht-kommerziellen Gebrauch. Im Gegensatz zu SketchUp Free unter-

stützt SketchUp Make auch Plugins wie OpenCutList, mit dem Zuschnittslisten und Schnittpläne automatisch generiert werden. Obwohl Trimble den offiziellen Download eingestellt hat, ist die private Nutzung weiterhin erlaubt. Die Installationsdatei sollte aus vertrauenswürdigen Quellen wie der Wayback Machine bezogen und per VirensScanner und Prüfsumme geprüft werden. ►►►

Programm	STL	DWG	OBJ	STEP	Eigenes Format	Andere Formate
SketchUp Free	✓	✗	✗	✗	SKP	-
Fusion	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	F3D	.3mf, SKP, STEP, ...
FreeCAD	✓	✓ <sup>3</sup>	✓	✓	FCStd	.3mf, .amf, STEP, ...
Tinkercad	✓	✗	✓	✗	-	SVG, Export nach Fusion

**"1: Fusion hat die Export-Möglichkeiten in den letzten Jahren immer wieder geändert. Derzeit ist der Export von DWG, OBJ und STEP-Dateien wieder möglich**

**3: FreeCAD kann DWG-Dateien über Plugins verarbeiten"**



Die Benutzeroberfläche von SketchUp Free: Links die Werkzeugleiste mit Zeichen- und Bearbeitungsfunktionen, oben das Menü für Dateiaktionen, rechts die Seitenleiste mit Material-, Stil- und Szenenverwaltung – in der Mitte der 3D-Arbeitsbereich.

## Autodesk Fusion

Autodesk Fusion (ehemals Fusion 360) bietet verschiedene Modellierungsarten, darunter direktes und parametrisches 3D-Modellieren, sowie umfassende Funktionen für die CNC-Fertigung. Für private Anwender ist die Nutzung kostenlos und erlaubt bis zu zehn bearbeitbare Projekte gleichzeitig. Weitere Projekte können jederzeit angelegt und bei Bedarf zwischen bearbeitbar und schreibgeschützt umgeschaltet werden.

Fusion ist eine Desktop-Anwendung mit einer modernen, übersichtlichen Oberfläche, die aber eine gewisse Einarbeitungszeit erfordert. Der Einstieg gelingt leichter mithilfe der zahlreichen Anleitungs-Videos, die Anwender auf YouTube zur Verfügung stellen. Die Software läuft unter Windows und unter macOS, ist aber stark auf eine Internetverbindung angewiesen, da viele Funktionen in der Cloud stattfinden.

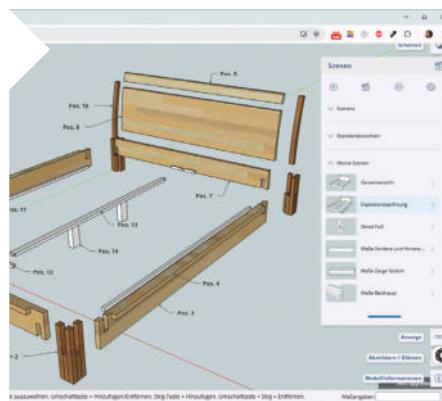
Ein großer Vorteil gegenüber einfachen 3D-Programmen ist die volumängliche Parametrik. Bauteile lassen sich über Maße, Abhängigkeiten und

Skizzen flexibel anpassen. Um diese Vorteile optimal zu nutzen, müssen die Projekte aber auch sehr strukturiert und durchdacht erstellt werden. Baugruppen ermöglichen es, einzelne Möbelteile zusammenzufügen und deren Bewegungen oder Passungen zu prüfen. So kann man zum Beispiel Schubladen, Türen oder Klappen virtuell testen, bevor die ersten Schnitte im Holz gemacht werden.

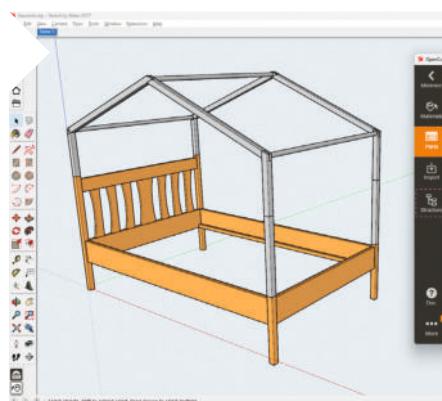
Ein zentrales Element in Fusion ist die Zeitleiste. Sie dokumentiert jeden einzelnen Schritt der Modellierung in chronologischer Reihenfolge – von der ersten Skizze über Extrusionen bis hin zu komplexen Operationen wie Bohrungen oder Abrundungen. Diese Historie ermöglicht es, Änderungen rückwirkend vorzunehmen, ohne das gesamte Modell neu erstellen zu müssen.

Technische Zeichnungen lassen sich direkt aus dem 3D-Modell ableiten und in verschiedenen Detailgraden erstellen.

Fusion eignet sich besonders, wenn Sie gerne sehr strukturiert vorgehen und mit einem einzigen Tool sowohl



In SketchUp können verschiedene Ansichten mithilfe von Szenen und Tags erstellt und gespeichert werden, wie diese Explosionsansicht eines Betts. Die Gesamtansicht und Details von Verbindungen und Bemaßungen sind in weiteren Szenen hinterlegt.



Das SketchUp-Plugin OpenCutList generiert Stücklisten, Zuschnittpläne und sogar Kostenabschätzungen aus dem 3D-Modell. Dafür wird eine alte Version von SketchUp benötigt, SketchUp Make 2017, denn die aktuelle freie Version, SketchUp Free, unterstützt keine Plugins.

## Parametrische versus Direkte Modellierung

Bei der **parametrischen Modellierung** basiert das 3D-Modell auf zweidimensionalen Skizzen mit Maßen und Abhängigkeiten. Änderungen an Parametern (etwa Mobelmae oder die Materialstärke) passen das Modell automatisch an – ideal für präzise und wiederholbare Konstruktionen.

Die **direkte Modellierung** erlaubt dagegen das freie Verformen von Geometrie ohne feste Abhängigkeiten. Das ist einfacher zu bedienen, aber aufwändiger bei nachträglichen Anpassungen.

komplette Möbel als auch CNC-Werkzeugwege und Entwürfe für den 3D-Druck erstellen wollen. Für einfache Skizzen oder schnelle Visualisierungen ist Fusion hingegen oft überdimensioniert und kann gerade zu Beginn etwas überwältigend wirken.

## Tinkercad

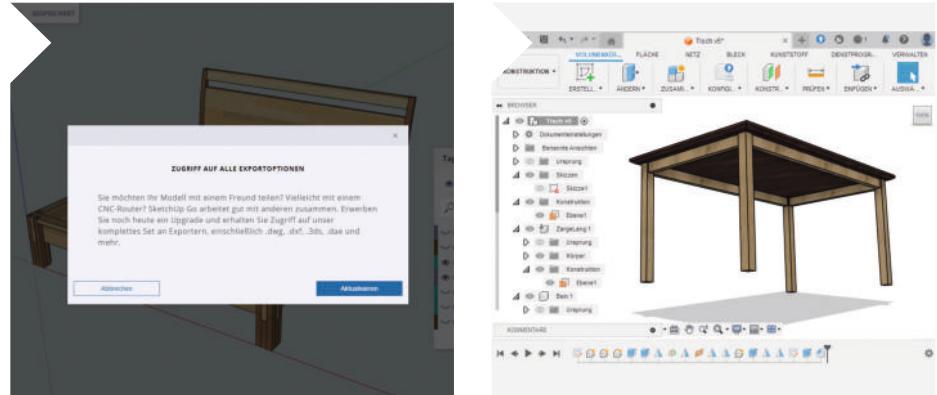
Tinkercad ist eine browserbasierte CAD-Software von Autodesk. Die Software wurde speziell entwickelt, um Einsteigern und auch Kindern den Zugang zur 3D-Modellierung zu erleichtern. Sie wird in erster Linie für Modelle für den 3D-Druck verwendet.

Die Oberfläche ist schlicht und übersichtlich gestaltet. Leicht verständliche Tutorials unterstützen dabei, erste Modelle zu erstellen. Exportmöglichkeiten bestehen zum firmeneigenen Schwesterprodukt Fusion und ins OBJ- und STL-Format.

Die Bedienung ist äußerst intuitiv: Modelle entstehen durch das einfache Zusammenfügen und Bearbeiten grundlegender geometrischer Formen wie Würfel, Zylinder oder Kugeln. Diese können verschoben, skaliert, rotiert und miteinander kombiniert werden.

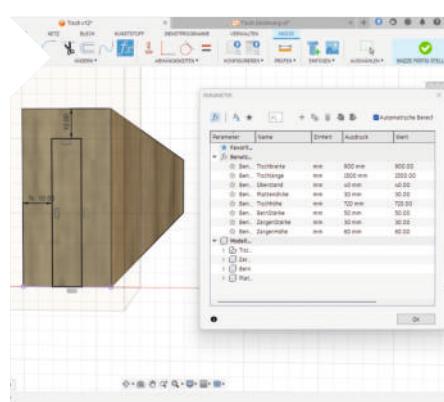
Parametrische Bearbeitung bietet Tinkercad nicht, ebenso wenig wie gespeicherte Szenen, komplexe Baugruppen oder technische Zeichnungen.

Für Hobbyhandwerker ist Tinkercad ein unkomplizierter Einstieg in die Modellierung, geeignet für erste Entwürfe kleiner Hilfsmittel oder einfache Möbelprojekte. Bei komplexeren Möbelentwürfen stößt der Anwender aber schnell an die Grenzen des Programms. ►►

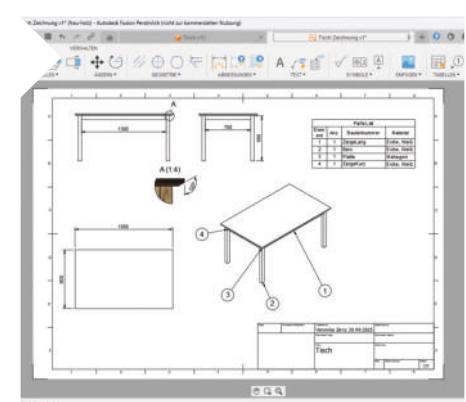


Wer Dateien aus SketchUp in ein anderes System bringen möchte, muss auf die kostenpflichtige Version Sketchup Go aufrüsten. Lediglich der Export von STL-Dateien, typisch für den 3D-Druck, wird auch in der freien Version unterstützt.

Die Konstruktionsumgebung von Fusion: Oben das kombinierte Menü- und Symbolband, links der Browser mit der Komponentenstruktur, unten die Zeitleiste der Bearbeitungsschritte.



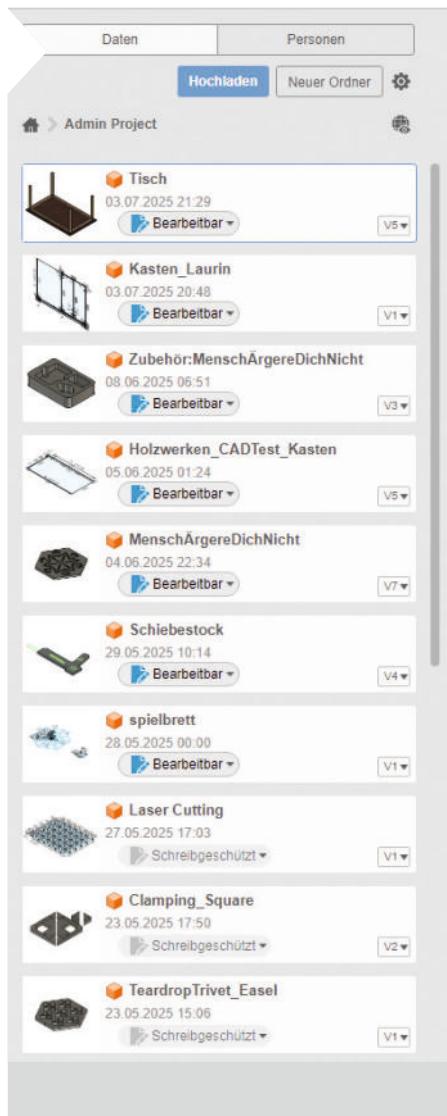
Schlitz-und-Zapfen-Verbindung in Fusion: Per 2D-Skizze mit Bemaßung, Parametern (Fenster rechts) und Abhängigkeiten wird der Zapfen zentral und proportional zur Zargenstärke platziert. Änderungen an der Zarge passen Zapfen und Zapfenlöcher automatisch an.



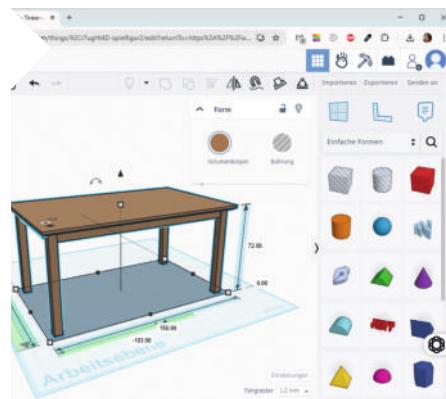
Die Zeichnungsumgebung von Fusion ermöglicht das Anlegen technischer Ansichten wie hier beim Tischmodell. Bemaßungen und Detailansichten sind zu sehen. Die automatisch generierte Stückliste ist rudimentär – Maße müssen händisch ergänzt werden.

Programm	Materiallisten	Ansichten zum Druck	1:1-Druck von Fräsvorlagen
SketchUp Free	Nein. Mit SketchUp Make 2017 (alte Desktop-Version) und der Erweiterung OpenCutList aber möglich	Ja: einfache Ansichten über Szenen, Tags, Bemaßungen	Über Umwege: STL oder PNG Export, Skalierung und externes Drucktool
Fusion	Ja: Mit Erweiterungen wie OpenBOM	Ja: professionelle technische Zeichnungen mit Ansichten & Bemaßung	Ja: mittels Technische Zeichnungen und 1:1 PDF
FreeCAD	Ja: Mit Erweiterungen wie Woodworking Workbench	Ja: professionelle technische Zeichnungen mit Ansichten & Bemaßung	Ja: mittels TechDraw und 1:1 PDF
Tinkercad	Nein	Nein	Über Umwege: STL oder SVG Export und externes Drucktool wie Inkscape

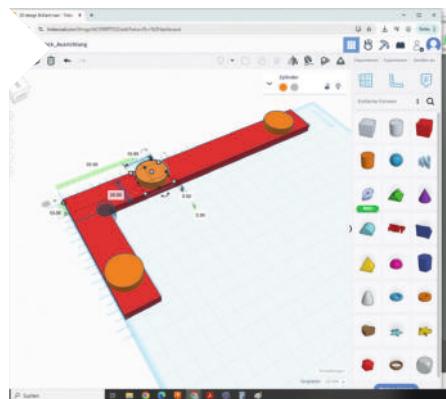
# Werkstattpraxis



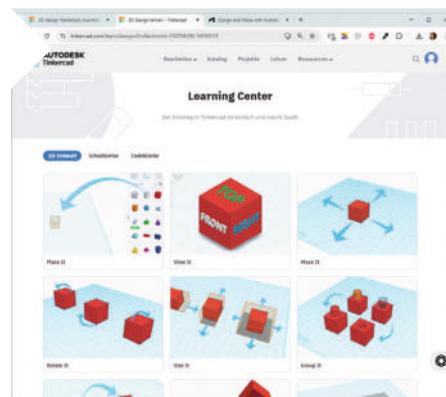
Das Datenpanel in Fusion bietet Zugriff auf Projekte und Dateien, die man zwischen schreibgeschützt und bearbeitbar umschalten kann. Denn in der kostenlosen Version ist die Zahl gleichzeitig bearbeitbarer Dateien auf zehn begrenzt.



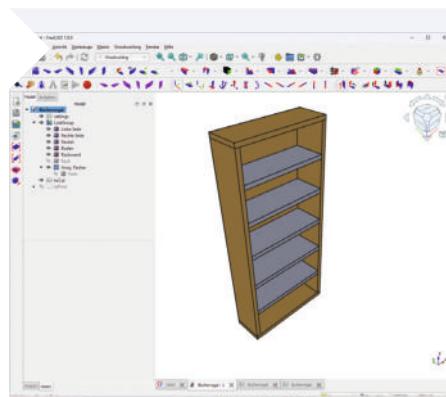
Die Benutzeroberfläche von Tinkercad ist einfach gehalten: Rechts befindet sich die Werkzeugleiste mit den Grundkörpern und oben die Optionen zum Gruppieren, Spiegeln und Anordnen der Objekte. Im zentralen 3D-Arbeitsbereich stellt man Größe und Platzierung der Objekte ein.



Mit Tinkercad lässt sich einfaches Zubehör entwerfen – hier die Planung einer Vorrichtung zum Ausrichten von Werkstücken auf einem Multifunktionsstisch für den späteren 3D-Druck.



Schritt für Schritt können sich Einsteiger im „Learning Center“ von Tinkercad an die 3D-Modellierung herantasten. Der Einstieg ist wunderbar leicht, leider stößt man aber auch schnell an die Grenzen des Programms.



Die Oberfläche von FreeCAD: Oben das Menü und die Symbolleisten, links der Modellbaum mit Bauteilstruktur, im Zentrum der 3D-Arbeitsbereich. Der aktive Arbeitsbereich bestimmt, welche Werkzeuge angezeigt werden.

## FreeCAD

FreeCAD ist eine freie, quelloffene CAD-Software, die sich durch hohe Flexibilität und umfangreiche Funktionalität auszeichnet. Sie wurde als modulare Plattform entwickelt und unterstützt parametrisches Design: Maße und Abhängigkeiten können im Nachhinein ganz leicht geändert werden, ohne das gesamte Modell neu zeichnen zu müssen.

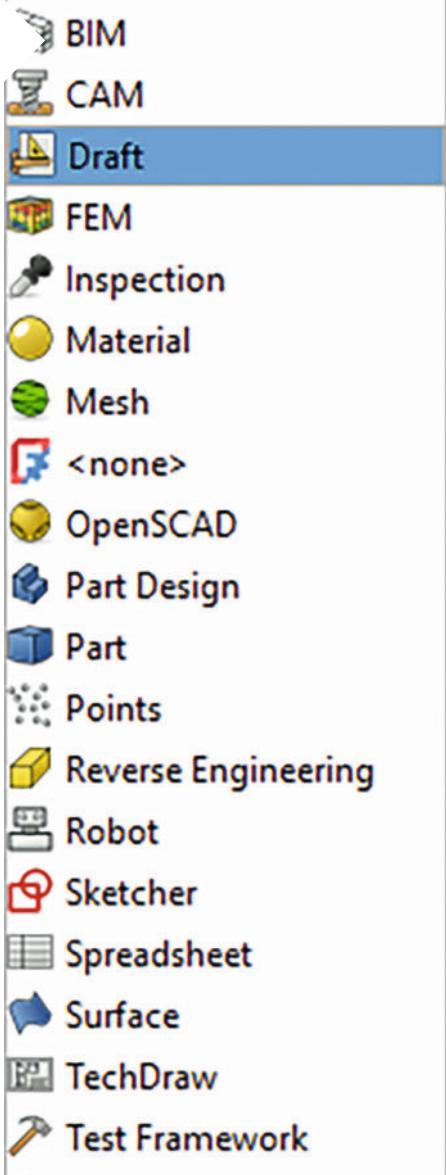
Die Lernkurve ist allerdings steil: Neue Nutzer müssen einiges an Zeit investieren, um sich in die Arbeitsweise und die umfangreichen Funktionen

einzuarbeiten. FreeCAD bleibt in der Benutzerfreundlichkeit und Stabilität noch hinter kommerziellen CAD-Programmen zurück, hat aber mit der Veröffentlichung der Version 1.0 große Fortschritte in beiden Bereichen gemacht. Die Nutzergemeinde bietet Hilfestellungen in Form von Tutorials und Forenbeiträgen. Englischkenntnisse sind von Vorteil.

Die große Funktionsvielfalt ist in verschiedene Arbeitsbereiche (Workbenches) gegliedert: So enthält der Arbeitsbereich „Part Design“ die Werkzeuge für parametrische 3D-Kon-

struktionen und „CAM“ ermöglicht das Anlegen von Fräspfaden für CNC-Maschinen. Im Arbeitsbereich „TechDraw“ kann man technische Zeichnungen in unterschiedlichen Ansichten und mit Bemaßungen erstellen, sodass die Modelle druck- und werkstattgerecht dokumentiert werden können.

Erfahrene Nutzer haben die Möglichkeit, die Software durch Skripte oder Makros individuell zu erweitern. Die empfehlenswerte Erweiterung Woodworking Workbench (<https://github.com/dprojects/Woodworking/blob>) erleichtert wiederkehrende Arbeits-



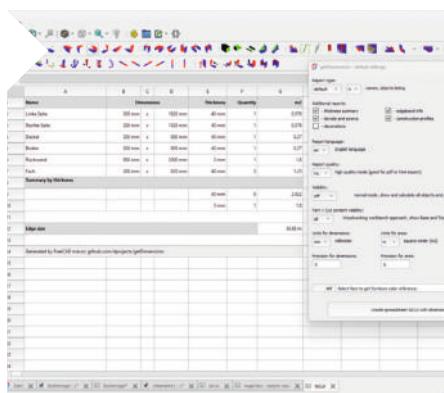
Die große Funktionsvielfalt von FreeCAD ist in verschiedene Arbeitsbereiche (Workbenches) gegliedert – je nach Aufgabe lässt sich die Oberfläche gezielt umschalten.

schritte im Möbelentwurf, wie etwa das Erstellen von Möbelkorporussen, das Anlegen von Lochrastern und Holzverbindungen. Sie unterstützt auch beim automatischen Erstellen von Zuschnittsplänen und Stücklisten.

Für Holzwerker, die sich intensiv mit Planung, Konstruktion und Fertigung auseinandersetzen wollen, ist FreeCAD ein mächtiges Werkzeug, das ohne Lizenzkosten auskommt und durch seine offene Architektur auch in Zukunft ohne Einschränkungen kostenlos verfügbar bleiben wird. Für einfache Skizzen oder schnelle Visualisierungen ist

Von:		
A	B	C
1	<b>Einstellungen</b>	
2	Breite	900 mm
3	Höhe	2000 mm
4	Tiefe	300 mm
5	Stärke	40 mm
6	Stärke Rückwand	3 mm
7	Anzahl Fächer	5
8	<b>Berechnete Werte</b>	
9	Abstand Fächer	327 mm
10		

Das Parameter-Spreadsheet in FreeCAD zeigt einstellbare Werte. Im konkreten Beispiel werden für ein parametrisches Bücherregal Werte wie Breite, Höhe und Anzahl der Fächer festgelegt. Änderungen hier passen das gesamte Modell dynamisch an.



Das getDimensions-Tool in der Woodworking Workbench von FreeCAD ermittelt die Maße ausgewählter Bauteile und unterstützt bei der Erstellung von Stücklisten.

FreeCAD hingegen überdimensioniert und kann für viele Einsteiger schlicht überwältigend wirken.

## Fazit und Empfehlung

Der Einstieg in CAD-Software erfordert oft eine gewisse Einarbeitungszeit. Es lohnt sich daher auf jeden Fall, verschiedene Programme auszuprobieren. Nur so kann man ein Gefühl für deren Bedienung und Funktionen bekommen. Es gibt nicht das eine „beste“ Tool; je nach Ziel, Projektart und Erfahrung ist ein anderes Programm zu empfehlen.

Wer als Einsteiger vor allem seine fertigen Möbelentwürfe visualisieren möchte, wird mit SketchUp Free gut zureckkommen. Seine intuitive Bedienung ermöglicht anschauliche Ergebnisse selbst komplexer Möbelstücke bei flacher Lernkurve.

Für Anwenderinnen und Anwender, die ihre Möbelentwürfe mit veränderbaren Maßen und Abhängigkeiten gestalten möchten, ist Autodesk Fusion eine gute Wahl. Dank Parametrik lassen sich Angaben wie Materialstärken oder Außenmaße nachträglich anpassen. Das erfordert Einarbeitung und ein systematisches Vorgehen.

Wenn langfristige Unabhängigkeit und Verfügbarkeit im Vordergrund stehen, ist FreeCAD ein starkes Werkzeug. Geeignet ist es für jene, die auch mit der weniger polierten Bedienung eines Open-Source-Programms zureckkommen.

Tinkercad bietet den einfachsten Einstieg in die 3D-Welt, liefert jedoch zu wenig Funktionalität, um mehr als eine nette Spielwiese zu sein.

Hier meine persönlichen Empfehlungen nach Typus:

- Einsteiger & Visualisierung: SketchUp Free ([www.sketchup.com](http://www.sketchup.com))
- Komplexe Projekte & CNC: Autodesk Fusion ([www.autodesk.com](http://www.autodesk.com))
- Open-Source-Lösung & Flexibilität: FreeCAD ([www.freecad.org](http://www.freecad.org))
- Schnelle Ideen: Tinkercad ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com))



Unsere Autorin **Veronika Zenz** ist sowohl erfahrene Holzwerkerin als auch Informatikerin.

# Die vernetzte Werkstatt

Immer mehr Elektromaschinen für die Holzwerkstatt haben eine Bluetooth-Schnittstelle. Warum eigentlich – und gehen meine Maschinen auch normal, wenn ich diese digitalen Verbindungen gar nicht nutze?

Die gute Nachricht gleich vorweg: Neue Akkuschrauber, Handkreissägen und Co. arbeiten auch ohne Bluetooth ganz normal. Die Verbindung zur Maschine (in der Regel über eine App) ist eine Option, die man nicht zwingend nutzen muss. Zwar gibt es auf der andern Seite des Atlantiks in den USA einige erste Gehversuche einer Online-Zwangaktivierung nach Kauf an der Kasse. Das ist aber eine Randerscheinung einiger Baumarkt-eigener Marken und wäre auch nicht mit dem EU-Recht vereinbar.

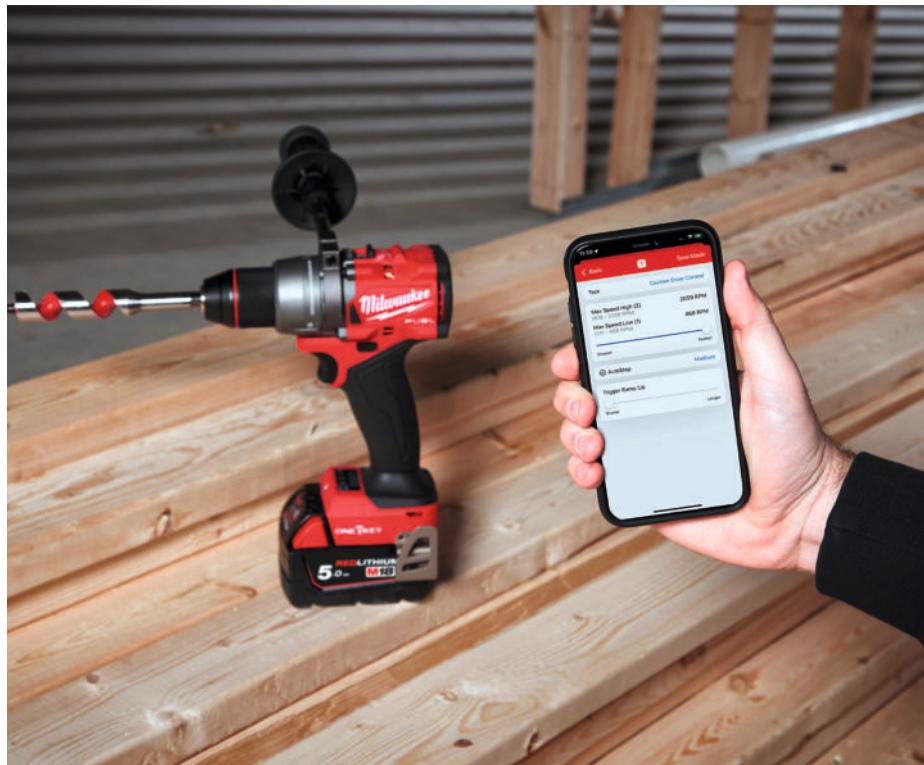
Man kann also auch ohne jemals das Bluetooth der Maschinen zu nutzen mit diesen arbeiten. Die Schnittstellen er-

öffnen aber mitunter Zusatzfunktionen, die einem sonst verwehrt bleiben. Deren Umfang ist jedoch von Hersteller zu Hersteller und von Maschine zu Maschine sehr unterschiedlich. Das Verbinden von Maschine und Absaugung zum gleichzeitigen Start sowie das Überprüfen von Akku-Zuständen (Ladezyklen, Ladestand, Temperatur) sind schon recht weit verbreitet. Einige Hersteller wie Milwaukee (One-Key-Netzwerk), DeWalt (Tool Connect) oder Bosch (Pro 360) und Festool geben über Apps noch deutlich mehr Steuermöglichkeiten. Für ausgewählte Maschinen ist eine Steuerung von Maschinenparametern wie Schnitthöhe,

Drehmoment und Drehzahl möglich. Diese Werte lassen sich speichern und bei Bedarf wieder abrufen – wenn die Maschinen dafür ausgelegt sind. Auch Updates der maschineninternen Software sind möglich. Für Unternehmen mit ganzen Maschinen-„Arsenalen“ ist außerdem die Standortfunktion interessant – so wird klar, welches Gerät gerade auf welcher Baustelle unterwegs ist.

## Jeder für sich

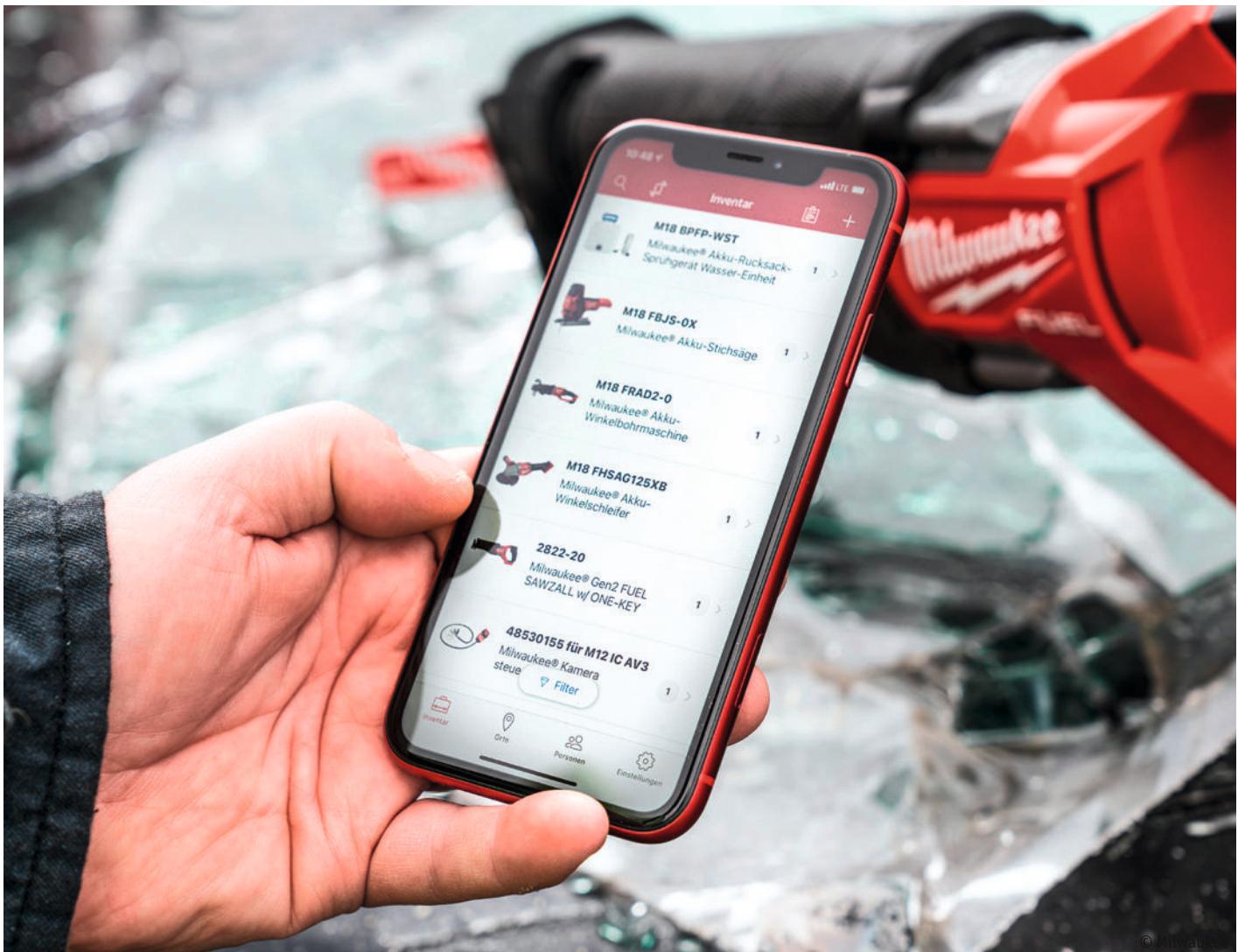
Es gibt also überhaupt noch keinen Standard: Verglichen mit anderen vernetzten Systemen wie Smart Homes steckt die vernetzte Werkstatt aus unserer Sicht im Moment noch in einer Konsolidierungsphase, die in erster Linie das Arbeiten für große Tischlereien mit vielen Maschinen einer Marke vereinfachen soll. Für Privatanwender muss man differenzieren: Das automatische Anschalten einer (vernetzten) Absaugung ist super, ein ständiges



Nur in den wenigsten Fällen sind Maschinen direkt miteinander vernetzt. In der Regel läuft die digitale Ansprache der Geräte über eine App. Deren Umfang und Funktionalität variiert von Hersteller zu Hersteller.



Praktisch – in den Apps sind zum Teil direkte Zusatzinformationen mit eingebunden, zum Beispiel kurze Videoanleitungen.



Fotos: Andreas Duhme, Robert Bosch Power Tools GmbH, Festool GmbH, Milwaukee

Überwachen der Maschinenparameter und Akku-Kapazität ein Luxus, den man wohl nur selten braucht. Hier muss man für sich selbst entscheiden, ob man die

Mehrkosten für eine Maschine mit digitaler Schnittstelle tragen möchte.

So oder so ist unsere Empfehlung: Wer sich dem Thema nähern will, muss genau

schauen, welches System welcher Marke in Betracht kommt – im Moment gibt es viele einzelne Insellösungen. ▲

Christian Filies



Metabos „Cordless Control“-System arbeitet nicht mit Bluetooth, sondern mit einem Funkignal. Es „aktiviert“ den Stromfluss einer Steckdose und beispielsweise eine angeschlossene Absaugung. So arbeitet es als eines der wenigen Systeme markenübergreifend.



In der Hobbywerkstatt wohl nicht so wichtig, für größere Betriebe aber oft hilfreich: das Bestandsmanagement des Maschinensortiments. Hier können Maschinen ein- und ausgebucht werden. Bei einigen Herstellern ist auch eine Standortbestimmung möglich.



Mehr Funktionalität gibt es mit der App: Beim Exzenterschleifer Festool ETSC (vorgestellt in **HolzWerken**-Ausgabe 121) lässt sich die Ringbeleuchtung an der Maschine in zwei Stufen regulieren. Über die App ist dagegen eine stufenlose Regelung möglich.

# Start in die CNC-Welt

Computergesteuerte Maschinen haben im Handwerk viele Aufgaben übernommen. Und auch in der kleinen Werkstatt können sie richtig viel Spaß machen. Lesen Sie, was neugierige Einsteiger wissen müssen.

Eine CNC-Fräse ist eine Fräse, die mit Hilfe eines Computers gesteuert wird und Material automatisiert abträgt. CNC steht dabei für „Computerized Numerical Control“ – also rechnergestützte numerische Steuerung. Im Gegensatz zur Handoberfräse wird der Fräser hier nicht von Hand geführt, sondern bewegt sich auf Basis digitaler Daten autonom über das Material. Dadurch lassen sich Werkstücke sehr präzise bearbeiten. In der Hobbywerkstatt kommt die Fräse etwa beim Schneiden von geschwungenen Konturen, beim Gravieren von Schriften, beim Ausfräsen von Nuten und Taschen oder beim Erzeugen komplexer Formen zum Einsatz.

Dabei kommen kleine, verhältnismäßig günstige Drei-Achs-CNC-Fräsen in den Blick. Sie arbeiten entlang der drei Raumachsen: X- und Y-Achse geben die horizontale Bewegung vor, also links/rechts und vorne/hinten. Die Z-Achse bildet die vertikale Bewegung ab, also auf- und abwärts. Der Fräser steht dabei immer senkrecht zum Maschinentisch.



CNC-Fräsen sind meist in der Portal-Bauweise wie eine Brücke aufgebaut. Hier das Einsteigermodell von StepCraft, das in der unteren Preisklasse der Qualitätshersteller liegt.

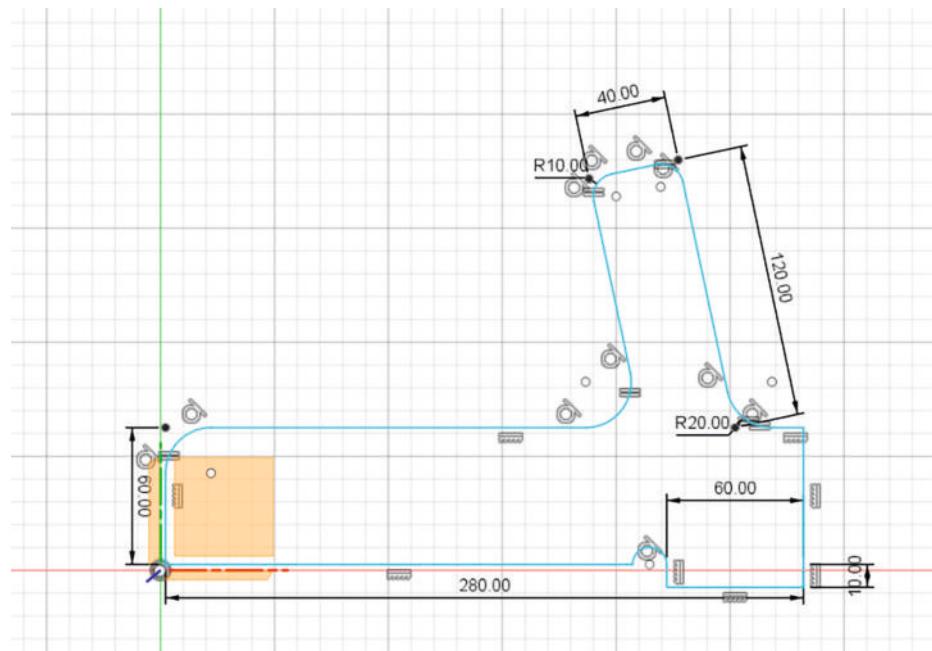
## Daten in mehreren Programmen

Der Weg zum gefrästen Werkstück besteht aus einigen Schritten, die ineinander greifen. Je besser man sie versteht, desto zuverlässiger funktioniert der gesamte Prozess. Am Anfang steht eine Idee: Ein Möbelteil mit geschwungenen Beinen? Eine Vorrichtung zum Bohren? Ein personalisiertes Schild? Ist der Entwurf klar, wird das Werkstück am Computer mit einem CAD-Programm (Computer Aided Design) gezeichnet. Mehr dazu im Infokasten „2D versus 3D“.

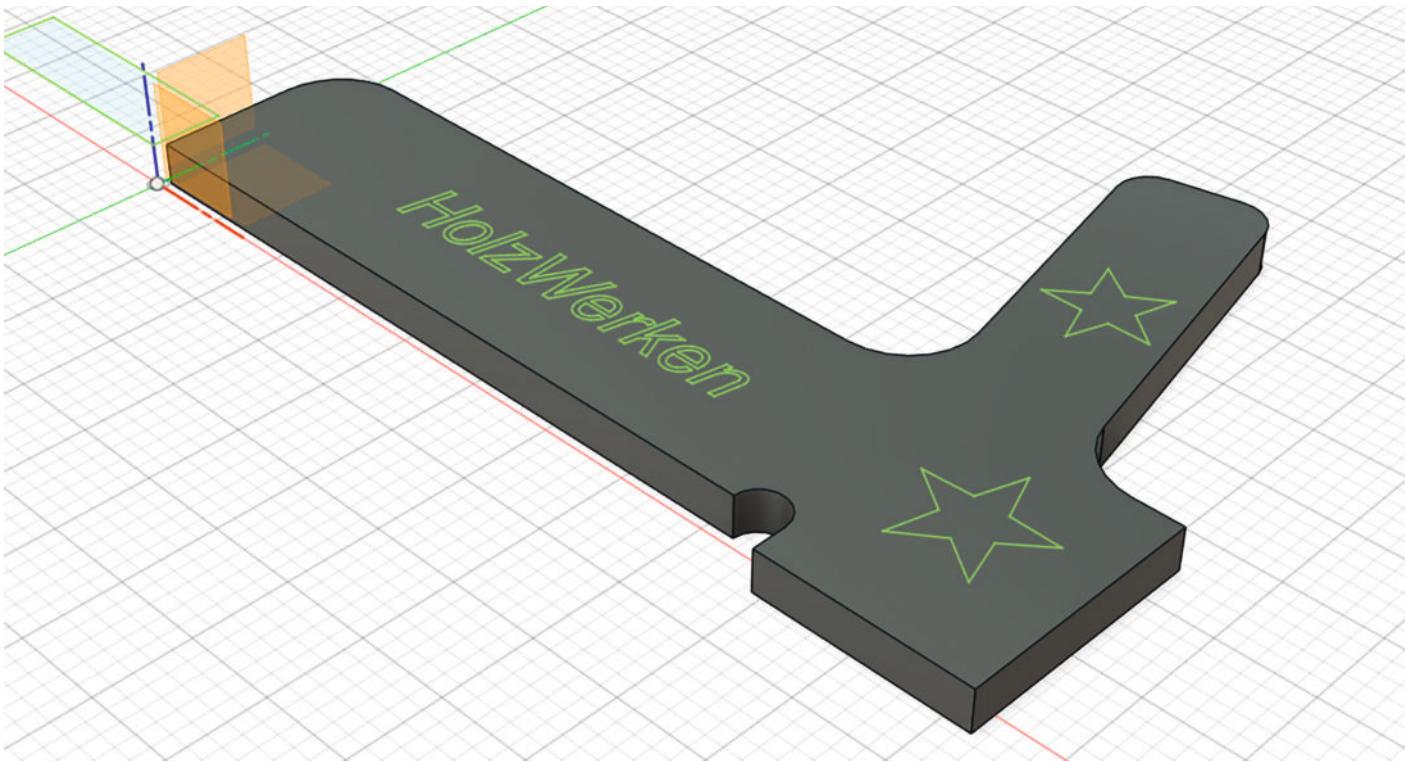
Bereits jetzt lohnt es sich, die technische Umsetzbarkeit zu bedenken: Fräser haben nun einmal bestimmte Durchmesser. Das bedeutet, dass Innen-Ecken nie vollständig spitz, sondern immer leicht

abgerundet sein werden. Entweder wird dann manuell noch nachgearbeitet und mit dem Stemmeisen gerade gestochen, oder die Rundung wird in der Planung bereits miteinbezogen.

Die CAD-Datei enthält nur die Form des Werkstücks – sie enthält keine Informationen darüber, wie es gefräst werden soll. Dafür sind CAM-Programme (Computer Aided Manufacturing) wie Fusion360 oder Estlcam zuständig: Sie definieren die Werkzeugwege, auch Pfade genannt. Und es werden wichtige Einstellungen für die Bearbeitung getroffen: Welcher Fräser fräst wie schnell und wie tief pro Durchgang; in welcher Reihenfolge werden die Werkzeugwege bearbeitet und einige weitere Einstellungen.



So sieht eine 2D-CAD-Planung eines Schiebstockes aus. Es ist ein ideales Anfängerprojekt: Man kann viel lernen und das Ergebnis ist auch noch praktisch. Es dient hier zur Darstellung des CNC-Wegs von den ersten Daten zum Endprodukt.



Alternativ kann der Schiebestock auch in einem dreidimensional arbeitendem CAD-Programm erstellt werden. Hierzu gibt es einen eigenen Artikel in dieser **HolzWerken**-Ausgabe.

## Die Wege des Werkzeugs

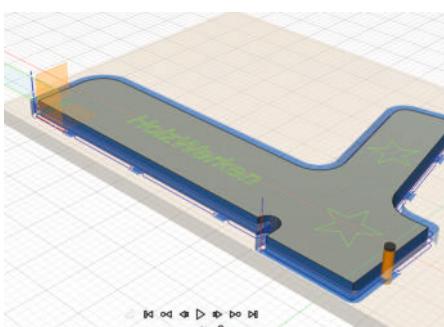
Zu den wichtigsten Werkzeugwegen zählen Taschen, Gravuren und Konturen. Taschen sind flache Vertiefungen im Material – etwa für Beschläge oder das Innere von Schalen. Gravuren folgen Linien mit V-förmig gefrästen Wänden, ideal für Schriften oder Schilder. Außenkonturen schneiden das Werkstück entlang seines Umrisses frei. Damit es dabei nicht verrutscht, werden Haltestege definiert, die das Teil bis zum Schluss mit dem Rohmaterial verbinden. Außenkonturen sollten immer zuletzt gefräst werden, um die Sta-

bilität des Werkstücks bis zum Schluss zu erhalten.

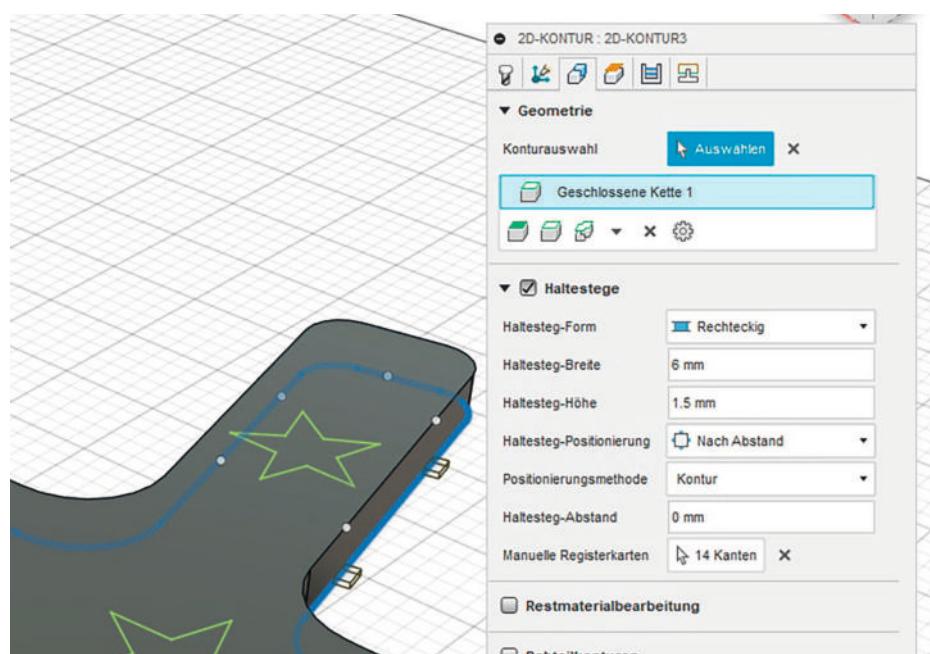
Eine weitere wichtige Funktion im CAM-Prozess ist die Simulation des Fräsvorgangs. So können potenzielle Fehler frühzeitig erkannt werden, bevor Mate-

rial verschwendet oder die Maschine beschädigt wird.

Aus den Werkzeugwegen generiert das CAM-Programm den „G-Code“ – eine maschinenlesbare Liste von Befehlen. Mittels Post-Processor wird der G-Code ➤➤➤



Es folgt im CAM-Programm die Simulation des Fräspfades für die Außenkontur des Schiebestocks. Gefräst wird in mehreren Durchgängen (blaue Linien). Schön zu sehen auch die Stege, die das Werkstück bis zum Schluss festhalten.

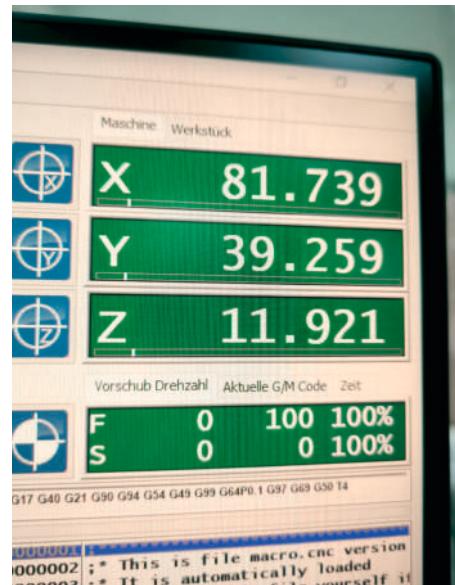


So geht es im CAM-Programm weiter: Die Außenkontur des Schiebestocks wird konfiguriert. Hier lassen sich unter anderem, wenn nötig, die Haltestege definieren. Durch sie hat das Werkstück noch Halt, auch wenn es fast schon „freigepräst“ ist.

# ► Maschine, Werkzeug und Co.



Ein wichtiger Schritt ist das Referenzieren des Null-Punkts der Z-Achse: Die Fräse wird langsam auf Papierstärke abgesenkt, bis sich der Zettel nicht mehr bewegen lässt.



Das Steuerprogramm zeigt die aktuellen Koordinaten bezogen auf den Maschinen-Nullpunkt. Hinter einem weiteren Tab verbergen sich die Koordinaten bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt.

an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen CNC-Maschine angepasst.

Eine typische Zeile G-Code kann zum Beispiel so aussehen:

G1 X10 Y20 Z-4 F800

Das bedeutet: Fahre mit Vorschub (F=800) zu den Koordinaten X10, Y20, Z-4.

## Vorbereitungen für sicheren Halt

Vor dem Fräsen gilt es, das Material für die Bearbeitung vorzubereiten. Eine Opferplatte zwischen Maschinentisch und Werkstück schützt den Tisch bei Durchfrässungen. Damit das Werkstück während des FräSENS nicht verrutscht, wird es sicher fixiert. Dazu dienen etwa Schrauben, Spannpratzen, doppelseitiges Klebeband oder ein Vakuumtisch. Der passende

Fräser – exakt der, der im CAM definiert wurde – kommt in die Spannzange der Maschine. Falls die Drehzahl der Spindel nicht automatisch über das Steuerprogramm geregelt wird, wird sie jetzt manuell eingestellt.

Der im CAM-Prozess erzeugte G-Code wird anschließend ins Steuerprogramm der CNC-Maschine geladen. Gängige OpenSource-Steuerungen sind Candle und UGS. Übliche kostenpflichtige Programme sind Mach4 oder die 2-in-1-Software EstlCam.

Bevor mit dem Fräsen begonnen werden kann, müssen der Maschinen-Nullpunkt und der Werkstück-Nullpunkt gesetzt werden. Er ist die feste, werkseitig definierte Referenzposition der CNC-Maschine. Er liegt an einem mechanisch eindeutigen Punkt, oft in einer Ecke des Bearbeitungsraums (zum Beispiel „hinten rechts unten“) und ist unabhängig vom Werkstück. Beim sogenannten Referenzieren fährt die Maschine diesen Punkt automatisch an, um ihre eigene Position im Raum exakt zu bestimmen.



Der Schiebestock kann aus einem Stück Multiplex gefräst werden. Links die Steuerungssoftware, rechts die CNC-Fräse beim Fräsen der Kontur. Es ist immer sinnvoll, einen PC-Arbeitsplatz neben der Fräse zu haben.



Die CNC-Fräse eignet sich auch gut, um Schriften zu gravieren, genau in der gewünschten Schriftart und Größe. Idealerweise geschieht dieser Schritt, anders als hier zu sehen, schon vor dem Konturfräsen.



Ein wenig Handarbeit: Nach dem Fräsen werden die Haltestege mit dem Stemmeisen entfernt.

Der Werkstück-Nullpunkt hingegen wird individuell für jedes Projekt festgelegt. Er liegt dort, wo man das Koordinatensystem für die Bearbeitung am Werkstück beginnen lassen möchte. Das kann zum Beispiel eine Ecke oder die Mitte der Oberseite des Werkstücks sein. Dieser Punkt dient im CAM als Ursprung für alle Fräswände, und er muss auf der realen Maschine manuell eingerichtet werden. Man fährt mit dem Fräser dorthin, wo der Werkstück-Nullpunkt sein soll, und „setzt“ diesen Punkt im Steuerprogramm.

Nach all der Vorbereitung kann jetzt der Fräsvorgang gestartet werden. Besonders beim ersten Fräsvorgang sollte der Prozess aufmerksam überwacht und die Not-Aus-Taste in Reichweite gehalten werden. Tipp: Zu Beginn den Vorschub auf etwa 20 Prozent der im CAM definierten Geschwindigkeit einstellen, den Fräsvorgang beobachten und bei korrektem Ablauf schrittweise bis auf 100 Prozent erhöhen.

Nach dem Fräsen werden eventuelle Haltestege entfernt, das Werkstück geschliffen und bei Bedarf die Kanten nachbearbeitet. Viel (teils nur einmalige) Vorbereitung ist nötig, um ein Werkstück zu fräsen. Der Charme von CNC beginnt deshalb bei sich wiederholenden Arbeiten. Vielleicht trifft das auf die Aufgaben in Ihrer Werkstatt zu? ▲

Veronika Zenz

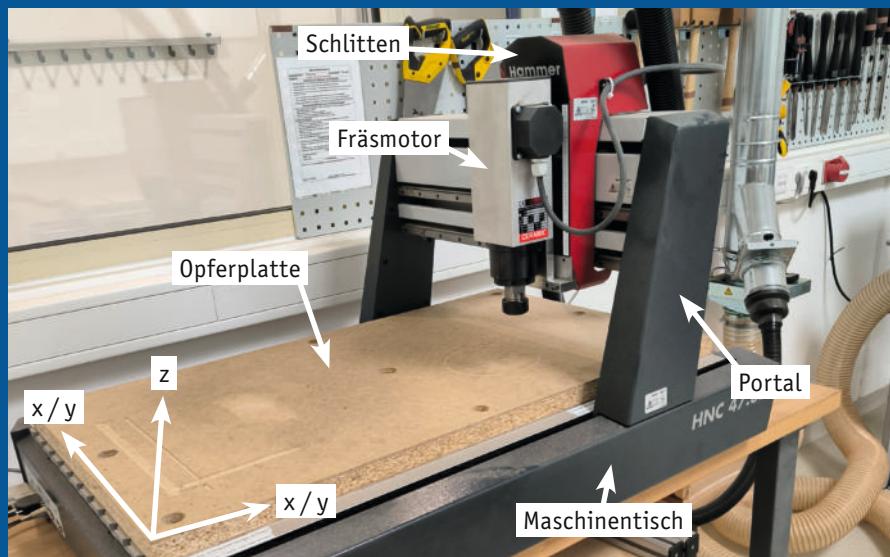
## Das sind die richtigen Fräser

In der CNC-Fräse kommen klassische Schaftfräser zum Einsatz. Sie können also prinzipiell Fräser Ihrer handgeführten Oberfräse auf der CNC-Maschine verwenden und umgekehrt. Fräser mit Anlaufring sind auf der CNC allerdings nicht sinnvoll.

Zur Grundausstattung gehören zweiseitiger Spiralnutfräser in verschiedenen Größen. Sie arbeiten vibrationsärmer als Exemplare mit gerader Nut und machen auch in der handgeführten Oberfräse oder im Frästisch eine gute Figur. Man unterscheidet Fräser mit Rechtsdrall (Up-Cut) und Linksdrall (Down-Cut): Rechtsdrall-Fräser ziehen die Späne nach oben, sorgen für einen sauberen Fräsgang, können aber zu Ausrisse an der Werkstückoberseite führen. Linksdrall-Fräser verhindern diese Ausrisse, drücken die Späne jedoch nach unten in die Nut.

Für Schriftzüge und Ornamente eignen sich V-Nut-Fräser. Gängige Winkel sind 30°, 60° und 90°. Die Faustregel: Je kleiner der Winkel, desto feiner die Gravur. Größere Winkel eignen sich für breite Schriften und flache Schnitte. Kugelfräser (Ball-Nose) kommen bei Reliefs und anderen 3D-Arbeiten zum Einsatz.

Ein Planfräser zum Abrichten der Opferplatte und zur Herstellung gleichmäßiger Werkstückstärken rundet die Grundausstattung ab.



Ein gutes Grundset an Fräsern: Links Spiralnutfräser in 3,6 und 8 mm. In der Mitte ein V-Nut-Fräser. Und rechts einige Fräser der Handoberfräse, die auch in der CNC zum Einsatz kommen können.



Ein gutes Grundset an Fräsern: Links Spiralnutfräser in 3,6 und 8 mm. In der Mitte ein V-Nut-Fräser. Und rechts einige Fräser der Handoberfräse, die auch in der CNC zum Einsatz kommen können.



Sinnvolle Spezialfräser für die CNC: Planfräser, Kugelfräser und Schruppfräser.

# Die industrielle Revolution

Im Maschinenbau dominieren Kunststoff und Metall. Dabei kann Holz oft als Ersatz dienen. Das Unternehmen ligenium aus Chemnitz geht dabei neue Wege.

**N**atürlich wissen wir Holzwerker, dass nichts über den Werkstoff Holz geht. Und zwar nicht nur als Grundmaterial für tolle Möbel, sondern auch als Werkstoff für Vorrichtungen und Werkzeuge. Denken Sie mal an Ihren (vielleicht) selbstgebauten Frästisch, selbstgedrehte Spannfutter für die Drechselbank oder praktische Werkzeugführungen aus Multiplex.

So, und jetzt wird es mal Zeit für eine harte Wahrheit: Wir leben in einer kleinen Holzwerker-Blase. Glauben Sie nicht? Dann schauen Sie sich mal in Ihrer Werkstatt um: Bei den gekauften Werkzeugen und Maschinen finden Sie alle möglichen Formen und Varianten aus Kunststoffen, Stahl und Aluminium – auch da, wo problemlos Holz oder Holzwerkstoffe eingesetzt werden könnten. „Nichts geht über den Werkstoff Holz“? Das sieht die Industrie ganz anders. Und das gilt nicht nur für unsere Werkzeuge, sondern für so ungefähr alles, was auch im produzierenden Gewerbe an Vorrichtungen genutzt wird. Ein Mann, der das gerade ändert, ist Christoph Alt. Er ist Geschäftsführer der Firma ligenium in Chemnitz, die der Vorherrschaft von Metall und Plastik den Kampf angesagt hat.

## Wundertüte Multiplex

Im Gespräch mit Alt wird schnell klar: Der Gesprächspartner findet Holz als Werkstoff nicht einfach nur gut, er ist

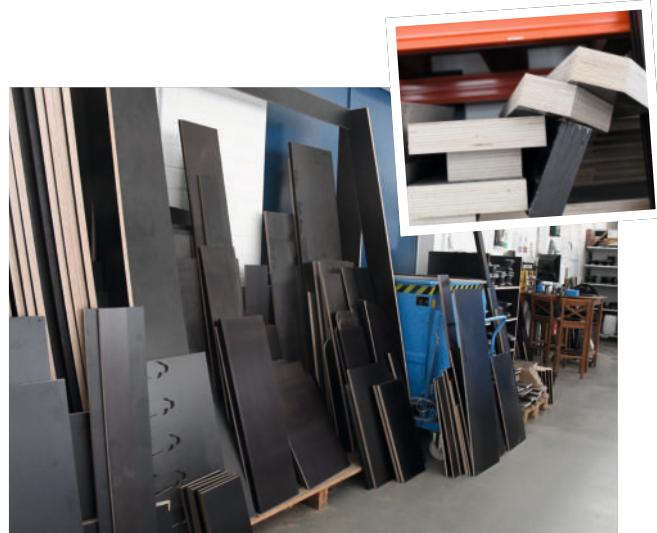
begeistert. Und kann als Maschinenbauingenieur auch verdammt viele gute Gründe aufführen, die weit über „Holz ist so schön warm und lebendig“ hinausgehen. Ein kleiner Auszug? Gerne:

- › Holz – oder genaugenommen spezielle WVC-Multiplexplatten (Wood-Veneer-Composite = Holzfurnierlagenverbundwerkstoff), die ligenium einsetzt – kann die Festigkeit von Stahl erreichen. Aber nur mit dessem halbem Gewicht.
  - › Holz ist es (fast) egal, wie warm es wird: Es verändert seine Dimensionen lange nicht so schnell wie Metall.
  - › Holz ist von sich aus vibrations- und geräuschaufdämpfend.
  - › Gefräste Multiplexteile können einfach formschüssig direkt nach dem Fräsen zusammengesetzt werden. Kein Lackieren, kein Schweißen, kein Entgraten ist nötig.
- Warum also, bitteschön, finden Plattenwerkstoffe eigentlich im Maschinenbau keine Beachtung? Vor allem, wenn man überlegt, dass Holz früher dort allgegenwärtig war? Man denke an Mühlen, Walzen, Webstühle. Am Holz kam man damals nicht vorbei. Wann und warum hat sich das geändert?

## Aus den Augen, aus dem Sinn

Christoph Alt kennt die ernüchternde Antwort: Holz wurde lange Zeit schlicht vergessen, Holzwerkstoffe wurden kaum weiterentwickelt. Bis in die 1950er Jahre war Holz im Maschinenbau noch verbreitet, auch in der akademischen Ausbildung und damit in der Forschung.

Dank günstigerer Energie und neuer Bearbeitungsverfahren gingen dann aber die Metalle auf die Überholspur. Bis etwa in die Nuller-Jahre: Die Entwicklung hochwertigen Sperrholzes mit entsprechenden Kleb- und Pressverfahren und Durchbrüchen im Be-



Multiplex, soweit das Auge reicht. Das Grundmaterial beziehen die Chemnitzer aus Schweden. Nur dort wachsen die Birken langsam genug für die extrem formstabilen Platten, die ligenium einsetzt.



Auf fünf Achsen wird hier gefräst. Die Maschine kann den Fräser also auch in allen erdenklichen Winkeln kippen.



Die Einzelteile sind nach dem Fräsen fertig. Von der Fräse kann das fertige Produkt oft schnell zusammengeklebt werden, wie „Lego für Große“, wie Christoph Alt die Fertigung beschreibt.

reich der CNC-Frästechnik macht Produkte, die Ligenium heute ausmacht, überhaupt erst möglich. Bis auf 0,1 mm genau arbeitet man damit in Chemnitz. Das ist auch wichtig, um innerhalb der strengen Normierungen zu bleiben, denen die Hersteller von Industrieausstattung unterliegen.

Vorrangig entstehen in Chemnitz so Lösungen für die Logistik innerhalb großer Fertigungsstraßen. Zum Beispiel bei Automobilherstellern, die zu ligeniums wichtigsten Kunden gehören. Aber auch wortwörtlichen Maschinenbau können sie in Sachsen: Unter-

bauten und Umhauungen zum Beispiel für CNC-Fräsen sind Bestandteil des Angebots.

### Aus der Forschung zur Produktion

Christoph Alt hat das Unternehmen mit drei Kommilitonen 2009 aus einem Forschungsprojekt der TU Chemnitz aus der Taufe gehoben. Seitdem entwickeln die Ingenieure Stecksysteme und bombenfeste, formschlüssigen Verbindungen und beschäftigt mittlerweile ►►►



Die Homag BMG 511-CNC-Fräse wird regelmäßig an ihre Grenzen gebracht. „Eine Holz-CNC ist für unsere Aufgaben eigentlich kaum gemacht“, beschreibt Christoph Alt die Situation.



Nur bei sehr kleinen Teilen, die die Saugarme der großen CNC-Maschine nicht halten können, ist händische Nacharbeit nötig.

Natürlich sind auch in den Fertigungshallen selbst viele Eigenentwicklungen im Einsatz: Dieses Regalsystem kommt komplett ohne Schrauben aus und ist in wenigen Minuten aufgestellt.

17 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das geballte Maschinenbauer-Wissen ist wohl auch einer der Gründe, warum Ligignum auf dem Markt bisher einzigartig ist – Nachbauten gibt es nicht.

Der Blick in die Hallen zeigt: Hier geht es definitiv nicht um einfache Steckmöbel, sondern um komplexe Verbindungen. Die sind innovativ und clever – verleimt ist hier nichts. Sogar Scharniere und Rollensysteme sind aus Multiplex gefräst. Trotzdem nehmen es diese Holzvarianten in puncto Stabilität problemlos mit ihren Pendants aus Metall auf. Und das ist der Punkt, den Christoph Alt wieder und wieder, aber erstaunlich gelassen, erklären muss. „Das Vertrauen in Holz als Bestandteil von Maschinen ist nicht mehr da. Was interessant ist, denn die gleichen Leute, die da Zweifel haben, wohnen vielleicht auch in einem Holzhaus. Ganz ohne sich Sorgen zu machen.“

Natürlich hat der Werkstoff seine Grenzen: Multiplex muss etwa doppelt so dick sein, um die gleiche Stabilität wie Stahl zu erreichen. Wenn es feucht oder gar nass wird, arbeitet Holz zu

viel. Dort, wo wenig Platz ist, kann es nicht zum Einsatz kommen. Auch dort, wo es sehr heiß ist (über 150°) oder punktuell immer wieder auf die gleiche Stelle Schläge niedergehen, kommt der Werkstoff an seine Grenzen.

## Uneinholbarer Vorteil

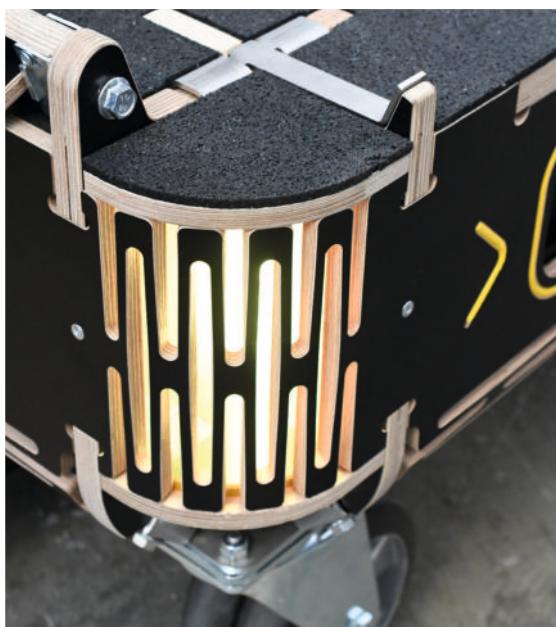
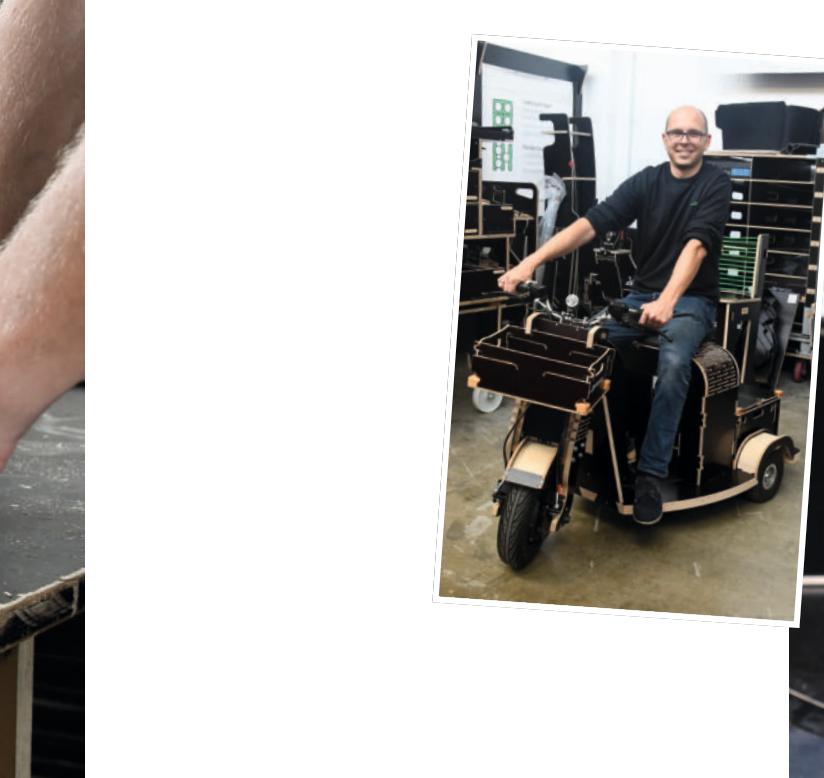
Allerdings haben die Multiplex-Produkte noch ein weiteres Ass im Ärmel, der erst in den letzten Jahren in den Fokus rückte. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist, trotz Verklebung, Verarbeitung und Transport, viel besser als bei Stahl oder Aluminium. Ligignum probiert sich auch bei der Nachnutzung an neuen Wegen: Sind die Produkte am Ende ihres Lebenszyklus angekommen, müssen die Unternehmen diese nicht kostspielig entsorgen. Sie können sie wieder in Chemnitz abgeben, wo neue Teile daraus gefräst werden. Dieses Crad-

le-to-Cradle-Prinzip ist gerade in der Automobilherstellung selten. Ist eine Weiternutzung nicht mehr möglich, werden die Holzkonstruktionen zu Pellets zum Heizen. Ligignum kann tatsächlich CO<sub>2</sub>-negativ produzieren.

Einfache Produktion ist in Chemnitz also nur ein Teil des Geschäfts. Forschung und Entwicklung sind auch heute noch Herz der Unternehmensphilosophie.

An Visionen mangelt es nicht: Im Moment wird ein Holz-Trike für die TÜV-Prüfung vorbereitet – die Serienproduktion ist geplant. Ein Auto aus Multiplex? Ist das nicht zu gefährlich? Im Gegenteil: Unsere Fahrzeuge waren Jahrhunderte lang aus Holz. Denken Sie mal an Schiffe und Kutschen. Sie sehen: Wir haben vieles über Holz einfach nur vergessen. Bis jetzt. ▶

Christian Filies



Dass Christoph Alt Freude an seiner Arbeit hat, sieht man ihm an. Und die Weiterentwicklung wie dieses voll fahrbare Trike (inklusive Holzfederung) treibt ihn immer weiter an.

Bis ans Maximum: Auch Blinkerblenden für Transportwagen sind aus Holz möglich.



Mit dem richtigen Know-How und Verständnis ist vieles möglich: Durch die optimale Verklebung ist dieses Profil so stabil, dass auf einer Länge von einem Meter eine Belastung mit bis zu zwei Tonnen möglich ist.

Fotos: Christian Flies, Firma ligérium



Projekt-Check

Zeitaufwand: 3 Stunden

Materialkosten: 40 Euro

Fähigkeiten: Einsteiger



## Ein Projekt, zwei Wege

Mit der Handoberfräse oder CNC-gefräst: Bei einem Steckmöbel ohne Leim und Schraube, wie diesem praktischen Tritt, ist beides sehr gut möglich. Christian Kruska-Kranich zeigt, wie es geht.

**A**lle Wege führen nach Rom: Was für die Römer galt, gilt leicht eingeschränkt auch für den Bau von Kleinmöbeln. Hier geht es um das Erstellen eines kleinen Tritts; einer Aufstiegshilfe für den Haushalt, auf den man sich stellen kann, wenn die Tomatendose mal wieder in das hohe Regal geräumt wurde.

Und ich gehe hier zwei Wege: Handoberfräse oder CNC-Fertigung? Freie Auswahl! Wird der kleine Tritt mit der Oberfräse erstellt, müssen zuvor zwei Schablonen her.

An ihnen wird dann die Kopierhülse der handgeführten Oberfräse entlanggeführt. Das erfordert den Bau von Vorrichtungen. Ohne Vorbereitung entsteht der Tritt mit der CNC-Fräse aber auch nicht. Für die Fräzung müssen Zeichnungen in einem CAD-Programm erstellt werden. Diese Zeichnungen, auch Vektoren genannt, dienen der Maschine dann als Vorlage. Sie fährt auf, neben oder in den einzelnen Vektoren der Zeichnung, um aus der auf der CNC-Fräse liegende übergroße Platte

die gewünschten Teile auszufräsen. Mehr zum Einstieg in CNC finden Sie im Artikel von Veronika Zenz in dieser Ausgabe.

Eine feste Verbindung zwischen den Seitenteilen und dem Mittelteil des kleinen Tritts entsteht mit Hilfe von Keilen, die in die ausgesparten Langlöcher des Mittelteils eingeschlagen werden. Die Trittfäche wird mit sieben Holzdübeln mit dem Mittelteil und den Seitenteilen verbunden. Dabei wird kein bisschen Leim angegeben! Dafür, dass das alles

hält, sorgt die hohe Fertigungspräzision. Sie lässt sich mit der Schablonenmethode per Handoberfräse ebenso erzielen wie auf der CNC-Fräse.

### Versatz muss beachtet werden

Beim Einsatz der Handoberfräse mit Kopierring müssen Schablonen mit einem Versatz zur Originalkontur erstellt werden. Hier hat der Nutfräser zwölf Millimeter Durchmesser und der Kopierring 24 Millimeter.

Der Versatz berechnet sich aus dem Kopierringdurchmesser minus dem Fräserdurchmesser, und das geteilt durch zwei:  $(24 \text{ mm} - 12 \text{ mm}) / 2 = 6 \text{ mm}$ . Will sagen: Die Kontur der Schablone springt rundum um 6 mm nach innen. Das gilt an den Beinen natürlich auch bei den Langlöchern: Wenn in das Bauteil ein Langloch von 15 x 40 Millimetern zu fräsen ist, dann muss das Langloch in der dazu passenden Schablone 27 x 52 Millimeter groß sein. Immer vorausgesetzt, dass ein Fräser mit einem Durchmesser von zwölf Millimetern und einer Kopierhülse von 24 Millimetern verwendet wird.

Bei anderen Kombinationen aus Fräser und Kopierhülse sind die Maße entsprechend anzupassen. Beim CAD-Zeichnen der Vektoren am Computer ist immer das Endmaß der Bauteile und Löcher zu zeichnen. Das eben erwähnte Langloch von 15 x 40 Millimeter Größe ist also in der CAD-Zeichnung in genau dieser Größe zu zeichnen. Beim späteren Erstellen der Fräsedatei in einem CAM-Programm wird angegeben, dass es sich bei dem Vektor, der das Langloch darstellt, um einen Ausschnitt handelt. Das führt dazu, dass das CAM-Programm die Fräsbahn in das Innere des Vektors legt.

### Software mal drei

Damit die CNC-Fräse „weiß“, was sie fräsen soll, sind drei Programme nötig. In dem ersten, dem CAD-Programm, wird die Zeichnung erstellt und in einer Grafik-Datei gespeichert. Diese Grafik-Datei wird in einem Format gespeichert, das das nun folgende CAM-Programm lesen kann.

Das CAM-Programm dient dazu festzulegen, mit welchem Fräser-Durchmesser das Bauteil gefräst wird und ob es sich bei den jeweiligen Vektoren um Ausschnitte (Löcher, Langlöcher), oder um Teile (Seitenteile, Trittfächen) handelt. Im CAM-

Programm stellt der Anwender neben dem Durchmesser des verwendeten Fräzers unter anderem auch die Fräserdrehzahl, die Vorschubgeschwindigkeit, die Eintauchgeschwindigkeit und die Eintauchtiefe je Umlauf ein.

Wenn alle Parameter für das Fräsen der Datei im CAM-Programm eingestellt sind, ist die CAM-Datei auf der Festplatte des Computers zu speichern, der mit der CNC verbunden ist. Schließlich öffnet man die CAM-Datei in dem Programm, das die CNC-Fräse steuert. Wenn im CAM-Programm

- › alles richtig eingestellt ist
- › der im CAM-Programm festgelegte Fräser in die Frässpindel der CNC-Fräse eingesetzt ist
- › die Länge des Fräzers gemessen ist
- › und das übergroße Brett, aus dem das Bauteil gefräst werden soll, auf der CNC-Fräse montiert ist

... dann kann das CNC-Fräsen beginnen. Das CNC-Fräsen bedarf einiger Übung, um die eigenen Erfahrungen zu steigern. Es ist nicht selten, dass bei den ersten Übungen Fräser abbrechen, weil die Vorschubgeschwindigkeit zu hoch eingestellt war.

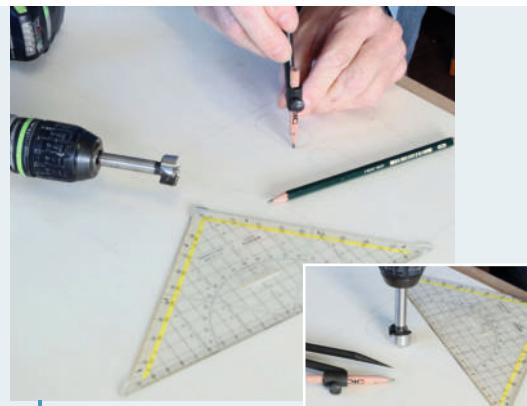
Eine zu langsame Vorschubgeschwindigkeit in Kombination mit einer hohen Drehzahl des Fräzers kann dazu führen, dass das zu fräsende Brett zu brennen beginnt. Hier werden Sie im Laufe der Zeit immer mehr an Erfahrung hinzugewinnen.

Das CNC-Fräsen bietet jede Menge (zum Teil auch gefährliche) Komplikationen, die man aber nach einigem Ausprobieren gut in den Griff bekommt.

Hat man die Anfangsschwierigkeiten mit der CNC-Fräse überwunden, ist sie ein tolles Werkzeug. Sie macht es möglich, Bauteile herzustellen, die mit handgeföhrten Werkzeugen nur sehr schwer realisierbar sind. ◀



**Christian Kruska-Kranich**,  
unser Autor, nutzt seit vielen  
Jahren seine CNC-Fräse, um  
Holzspielzeug und Wohn-  
Accessoires herzustellen.



**1** Damit der Tritt mit der Oberfräse erstellt werden kann, müssen zuvor zwei Schablonen (für Bein und Mittelteil) erstellt werden. Ein spitzer Bleistift, ein Zirkel und ein Forstnerbohrer helfen bei der Schablonenerstellung.



**2** Mit doppelseitigem Klebeband kommt die Schablone auf die Platte, die ausgefräst werden soll. So kann die Schablone während des FräSENS nicht wegrutschen, wenn der Kopierring an ihr entlanggeführt wird.



**3** Führen Sie nun die Oberfräse an der Schablone vorbei. Drei immer tiefere Fräsbahnen legen das Bauteil frei. Wichtig: Das frei werdende Werkstück ist auch aufgeklebt, nämlich auf einer Opferplatte, die beim letzten Durchgang nur angekratzt wird.

# ► Projekte



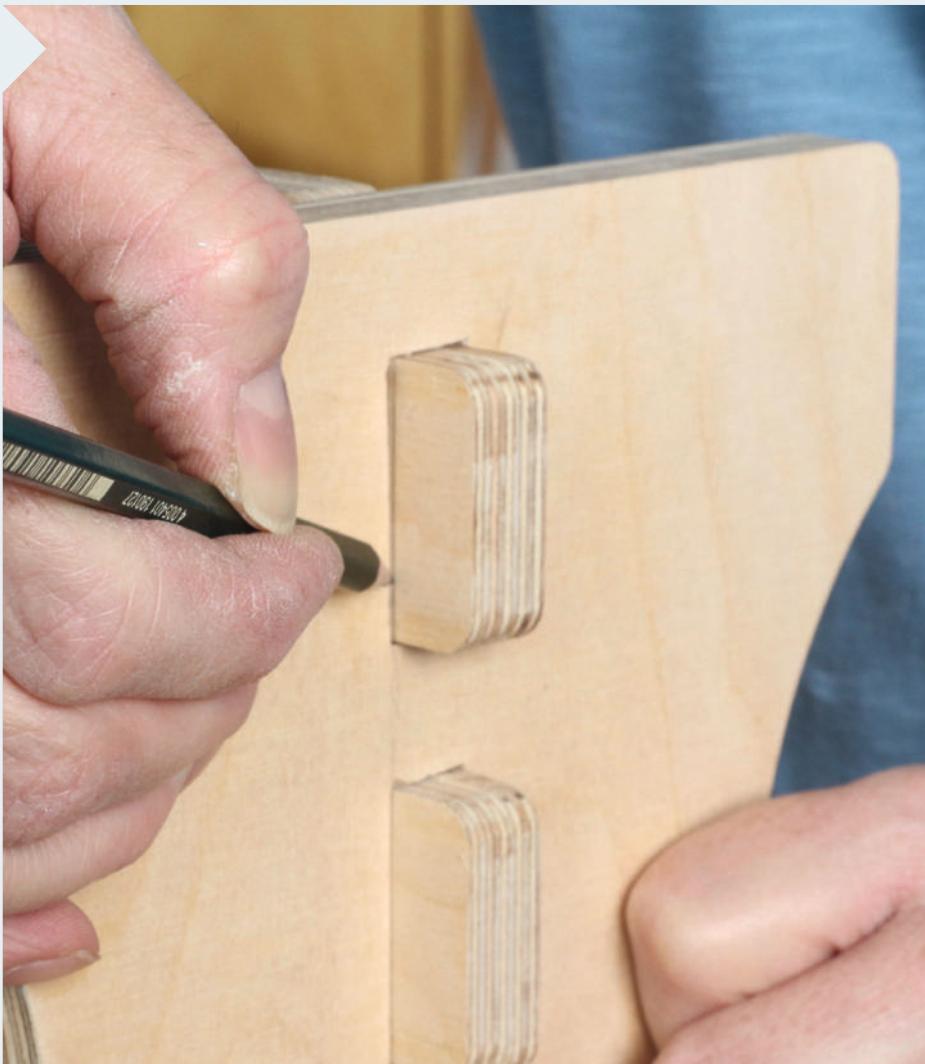
4 Nach dem Fräsen hilft ein Spachtel beim Trennen der Schablone vom Bauteil. Er wird vorsichtig eingesteckt und angehoben. Dabei hilft es, wenn der Spachtel vorne scharf angeschliffen ist.



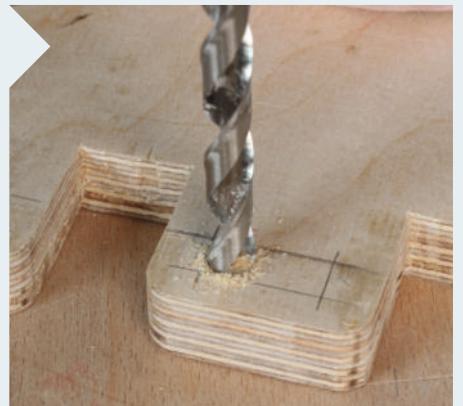
5 Mit der Schablonentechnik können nur abgerundete Langlöcher gefräst werden. Die Abrundungen stechen Stechbeitel und Hammer rechtwinklig aus.



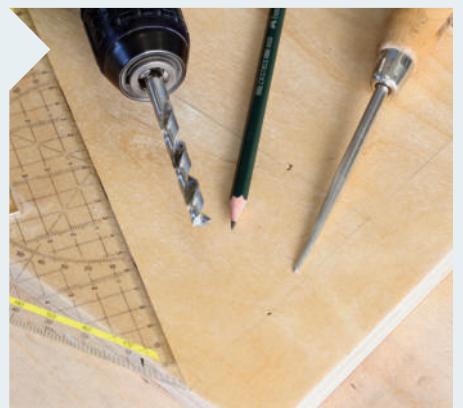
6 Auch die Innenradien der Zinken des Mittelteils (Pos. 2) verwandeln Sie nun in knackige 90°-Innenecken, damit die Innenseiten der Beine (Pos. 1) bündig anliegen können.



7 Stecken Sie nun je ein Bein mit dem Mittelteil zusammen. So lassen sich die Positionen der Löcher für die trapezförmig zugeschnittenen Keile anzeigen.



8 Diese Langlöcher für die Aufnahme der Keile legen Sie zunächst mit einem 6-mm-Bohrer an, der das überschüssige Material weitgehend entfernt. Der Stechbeitel formt die Löcher dann wieder sauber und vierkantig aus.



9 Schließlich werden auf der Trittfäche (Pos. 3) die Positionen der sieben Holzdübel angezeichnet ...



**10** ... und mit einem Holzbohrer gebohrt. Bohren Sie ruhig freihändig: Wenn die Dübel später ganz leicht schief sitzen, kann der Sitz nicht mehr aus Versehen von seiner Unterkonstruktion abgehoben werden.



**11** Die Montage der beiden Beine (Pos. 1) mit dem Mittelteil steht an. Um die drei Bauteile fest, aber ohne Leim, miteinander zu verbinden, werden in die Langlöcher zuvor erstellte Keile eingetrieben.



**12** Schließlich vermitteln Sie die Trittfäche (Pos. 3) auf dem Untergestell (Pos. 1 und 2). Die zuvor gebohrten Löcher in der Trittfäche dienen nun als Führung. Schlagen Sie die glatten Holzdübel dann ein.



**13** Damit ist der kleine Tritt nur mit der Handoberfräse fertiggestellt, ganz ohne Leim. Und falls Bestellungen eingehen, nutzen Sie die Schablonen einfach erneut.



Fotos und Illustrationen: Christian Kruska-Kranich



**14** Bei der Erstellung des Tritts per CNC bedarf es keiner Schablone. Stattdessen sind die Bauteile in einem CAD-Programm konstruiert. In einem CAM-Programm legen dann einige Mausklicks die Fräswerte der CNC-Fräse fest.

**15** Die Platte, aus der die Bauteile gefräst werden, sollte mit Schrauben auf dem Maschinentisch befestigt werden. Hier dient eine Rohspan-Platte als Opferplatte, um das Bauteil sicher mit der CNC-Fräse zu verbinden. Die Platte darf während des CNC-FräSENS nicht verrutschen!

# ► Projekte



**16** Das Fräsen beginnt. Der Fräser taucht in die Platte ein und fährt den zuvor programmierten Weg ab. Nach jedem der ersten beiden von drei Umläufen senkt sich der Fräser um je ein Drittel der Plattenstärke in die Platte.



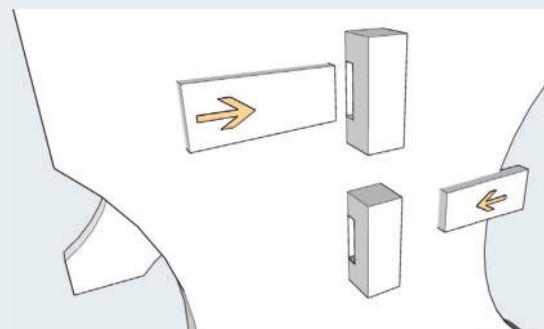
**17** Die trapezförmigen Keile (Pos. 4) werden gleich mitgefräst. Damit diese kleinen Teile nicht in dem Moment herumhüpfen, wenn sie sich auslösen, kann dieser Bereich unten auch mit Doppelklebeband versehen werden.



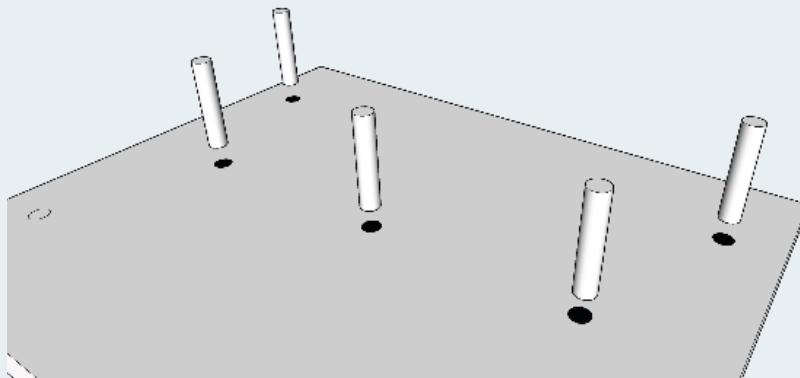
**18** Nach etwa einer Viertelstunde sind alle Teile des Hockers per CNC gefräst. Die Nacharbeiten und die Endmontage laufen ähnlich ab wie beim handgefrästen Bruder.



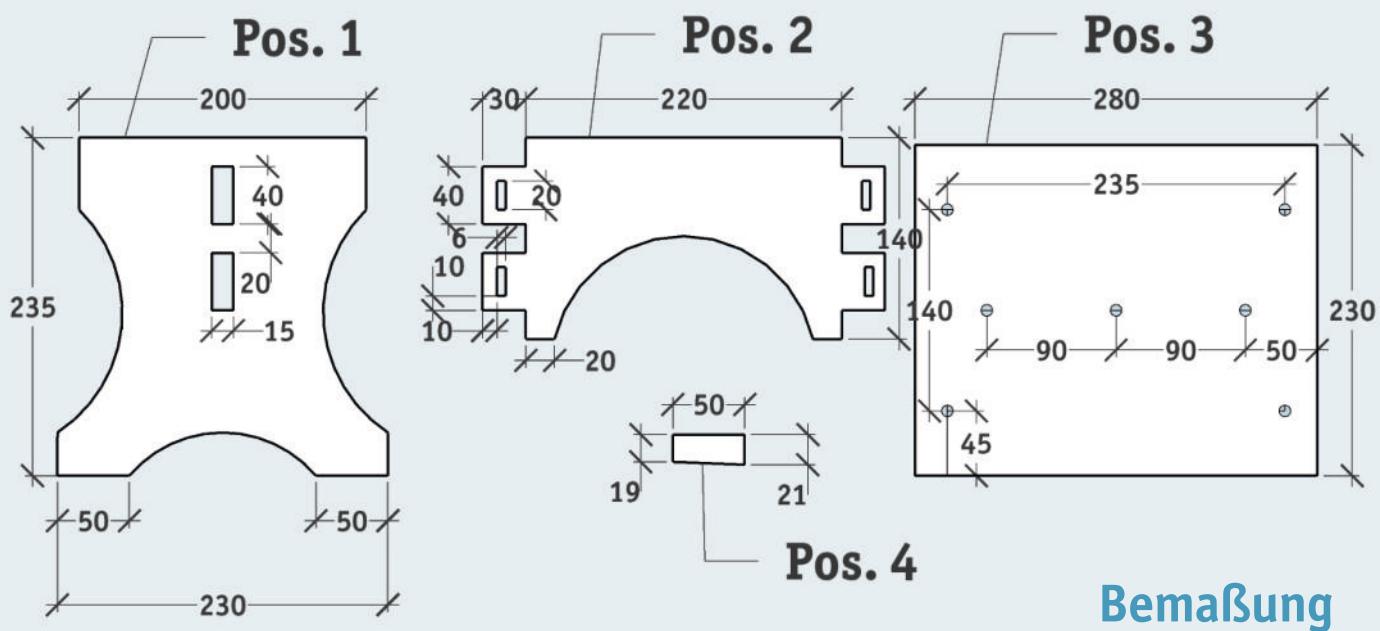
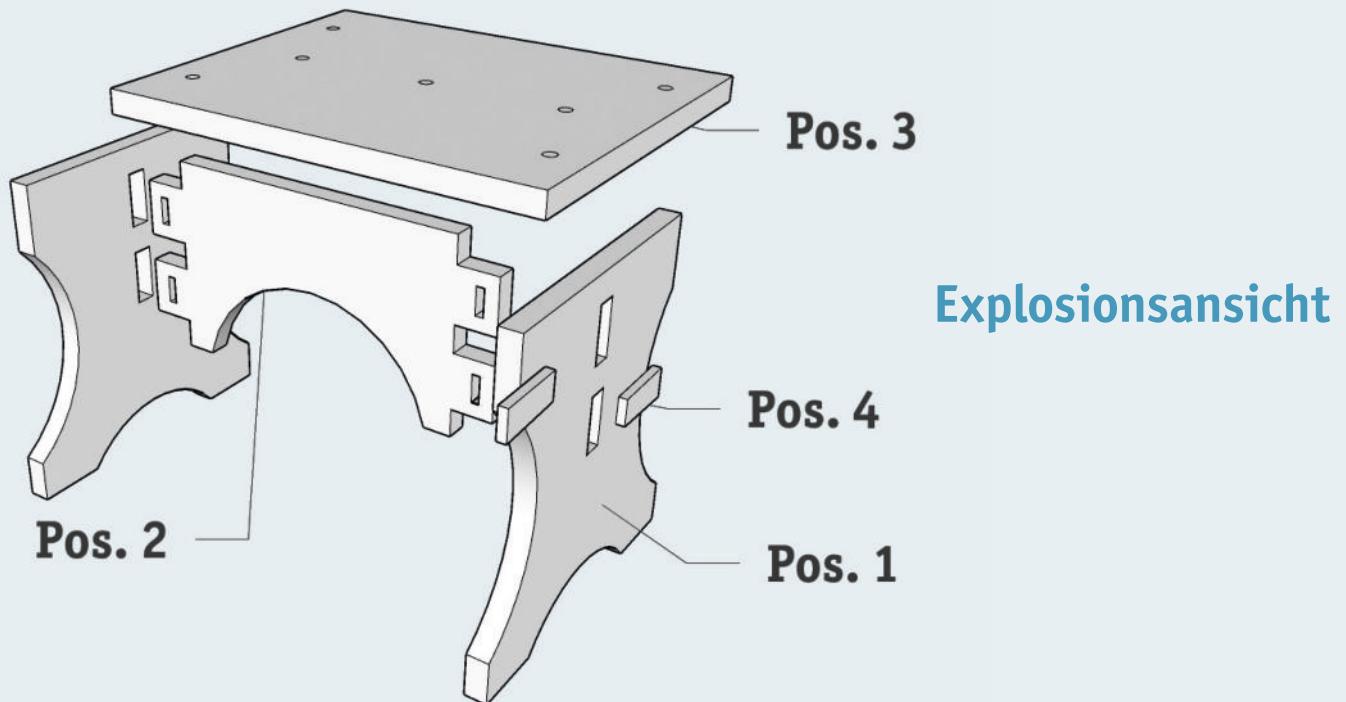
## Gesamtansicht



## Keilpositionen



## Dübelpositionen



### Material-Check

Pos.	Bauteil	Anz.	Länge	Breite	Stärke	Material
1	Bein	2	235	230	15	Multiplex
2	Mittelteil	1	140	280	15	Multiplex
3	Trittfläche	1	230	280	25	Multiplex
4	Keil	4	21	50	6	Multiplex

**Sonstiges:** Für die Dübel: 7 ungeriffelte Rundstäbe (Durchmesser 8 mm), zuschneiden auf 40 mm Länge

# Musik und Maschinenkrach

Moderne Gehörschutz-Kopfhörer bieten oft mehr als reine Schallunterdrückung. Integrierte Audiosysteme machen Musikhören, Telefonieren und zum Teil sogar normale Werkstattgespräche möglich. Wir zeigen, worauf Sie beim Kauf achten sollten.

**B**ei aller Euphorie über die Möglichkeit, auch bei lauten Arbeiten Musik zu hören: Der wichtigste Aspekt bleibt erst einmal der Gehörschutz. Eines der wichtigsten Kriterien ist dabei der Standard EN 352. Nur damit ist gewährleistet, dass es sich um einen geprüften Gehörschutz handelt – und nicht um einen normalen Kopfhörer ohne Schutzwirkung.

Außerdem sollte beim Kauf ein kritischer Blick auf den SNR/HML-Wert gelegt werden: Er besagt, wie stark die (im Labor gemessene) Lärmreduzierung in Dezibel ist. Einmal insgesamt (SNR), und dann jeweils bei Hoch-, Mittel- und Tieffrequenzen (HML). In der Praxis kann die tatsächliche Reduktion etwas geringer ausfallen, da die Werte unter Idealbedingungen gemessen werden.

Viele Holzmaschinen erzeugen zwischen 100 und 105 Dezibel „Krach“ – vor

allem im hohen und mittleren Bereich. Da das menschliche Ohr bei Dauerschallpegeln bis 80 dB(A) nicht gefährdet ist, sind hier Reduktionswerte zwischen 25 und 30 sinnvoll.

Die zusätzliche Technik hat auch ihr Gewicht, meist um die 100 bis 150 Gramm mehr als ein rein passiver Gehörschutz. Das hört sich wenig an, kann aber nerven, wenn man den Schutz länger trägt. Besonders der Nacken macht sich dann bemerkbar. Vergleichen Sie also das Gewicht der verschiedenen Systeme.

## Wichtig für das Hörvergnügen

Und schließlich geht es um die „inneren Werte“: Wie gut ist die verbaute Audio-Technik? Drei Faktoren spielen hier eine wichtige Rolle: Die Kapazität der Akkus und damit die Laufdauer des Systems, die Bluetooth-Schnittstelle (empfohlen ab

Version 5.0, da stabiler und energieeffizienter) sowie Qualität der Lautsprecher und des Mikrofons. Hier gibt es im Schutzbereich keine Norm, Unterschiede sind rein herstellerabhängig. Darüber hinaus sollten Sie auf individuelle Merkmale achten, die Ihnen wichtig sind. Zum Beispiel einen „Gesprächsfilter“, der normal laute Geräusche durchlässt (oder genau genommen elektronisch verstärkt und ausgespielt), oder einen Multipoint-Empfang, der mehrere Audioquellen gleichzeitig zulässt.

Die Bandbreite der verfügbaren Systeme ist groß, wie Sie an den vier Beispielen auf dieser Seite sehen. Wenn Sie auf die vorgestellten Merkmale achten, können Sie aber aus der Vielfalt an Gehörschützern besser wählen, welches Modell zu Ihnen passt. ▲

*Christian Filies*

Der Preisbewusste

## Isotunes Air Defender

- Geräuschdämpfung SNR: 30 dB
- Norm: EN352, IPX4 (schweiß- und wasserdicht)
- Gewicht: 330 Gramm
- Akkukapazität: 40 Stunden
- Bluetooth: 5.0
- Preis: 80 Euro
- Besonderheiten: Außenliegende Bedienelemente



Der Exot

## Festool GHS 25i

- Geräuschdämpfung SNR: 32 dB
- Norm: EN352, IP67 (vollständiger Schutz vor Staub, Schweiß und Wasser)
- Gewicht: 70 Gramm
- Akkukapazität: 13 Stunden
- Bluetooth: 5.2
- Preis: 200 Euro
- Besonderheiten: normale Umgebungsgeräusche werden ausgespielt, Ladebox mit Kapazität für weitere 25 Stunden, Ohrstöpsel in sieben Größen beiliegend



Fotos: Christian Flies, Firma Festool, Firma Isotunes, Firma Hellberg / Hultafors Group, Firma Uvex

### Die Luxusvariante: **Hellberg Xstream MP**

- Geräuschdämpfung SNR/HML: 29 / 32-26-17
- Norm: EN 352
- Gewicht: 410 Gramm
- Akkukapazität: 80 Stunden
- Bluetooth: 4.1
- Preis: 337 Euro
- Besonderheiten: Ausleger-Mikrofon mit Geräuschunterdrückung, normale Umgebungsgeräusche werden ausgespielt, Kopplung mit zwei Telefonen gleichzeitig möglich



### Der Alltagshelfer **Uvex Axess One**

- Geräuschdämpfung SNR: 31 dB
- Norm: EN 352-1, IP54 (Wasser- und Staubgeschützt)
- Gewicht: 360 Gramm
- Akkukapazität: k.A.
- Bluetooth: 5.0
- Preis: 115 Euro
- Besonderheiten: normale Umgebungsgeräusche werden ausgespielt, Kopplung mit zwei Telefonen gleichzeitig möglich, große Funktionstasten zur Bedienung

# Smart in der Werkstatt

Fernsteuerungen und Automatisierungen können die Arbeit in der Werkstatt wesentlich angenehmer und sicherer machen. Und sogar cooler, findet unser Autor Hans-Jürgen Kompalla.

Die Werkstatt ist für viele von uns mehr als nur ein Raum mit Werkzeugen, Geräten und Maschinen – sie ist das zweite Zuhause. Und genau wie bei vielen das erste Zuhause nach und nach „smarter“ wird, beginnt auch in der Werkstatt eine neue Ära. Möglich machen das kleine Helfer, mit denen das Holzwerken noch mehr Spaß machen kann. Sie übernehmen Dinge wie Absaugung, Licht oder Heizlüfter – automatisch, sobald es darauf ankommt. Sie gehen damit noch deutlich über „einfache“ Fernsteuerungen hinaus, auf die wir in diesem Artikel aber auch eingehen.

Doch warum sollte man überhaupt etwas automatisieren – in einer Hobbywerkstatt? Die Antwort fällt je nach Anwender-Typ verschieden aus: Weil es

sicherer ist. Weil man dadurch den Kopf – und die Hände – frei hat für das Wesentliche. Oder einfach, weil es cool ist, will heißen: clever gelöst, anders gedacht, mit Stil.

Und tatsächlich: Smarte Systeme bringen Funktionen in die Werkstatt, für die früher aufwändige Verkabelung und klassische Steuertechnik nötig waren. Heute gelingt vieles davon deutlich einfacher – dank Bluetooth, WLAN und Ablaufsteuerung per App oder Sprachbefehl. Das ersetzt nicht jedes Kabel und macht aus keinem Heimwerker einen Elektriker. Aber es verschiebt die Grenzen dessen, was möglich ist. Und genau das macht dieses Thema für viele Hobby-Holzwerker überhaupt erst interessant und spannend.

Was sich automatisieren lässt? Mehr, als man denkt. Eine Übersicht typischer Anwendungsbereiche zeigt unser Info-Kasten. Voraussetzung dafür ist natür-

lich: Was automatisiert werden soll, muss elektrisch funktionieren – oder sich elektrisch schalten lassen.

Automation ist kein Hexenwerk – aber ohne passende Hardware und eine steuernde Software geht's nicht. Der Aufbau folgt dabei meist einem festen Ablauf – von der Erfassung bis zur Ausführung:

1. Sensoren registrieren, dass etwas passiert. Es gibt Präsenzmelder, Stromsensoren, Zeitgeber, Lichtsensoren, Temperatursensoren, Luftfeuchtigkeitsfühler sowie Tür- und Fenstersensoren. Je nach Typ funktionieren sie durch Magnetkontakte, Temperaturfühler, optische Erkennung oder elektrische Strommessung.

2. Die Signale der Sensoren werden per Kabel, WLAN oder Bluetooth an die Steuerung übertragen.

3. Die Logik legt fest, wann und unter welchen Bedingungen etwas geschieht – zum Beispiel über Zeitschaltregeln, Sen-



Eine einfache Fernsteuerungslösung läuft über eine Funk-Steckdose (für die Absaugung) mit mehreren Funkschaltern (plaziert an den Maschinen). Allerdings muss man den Absaugschlauch beim Wechsel zwischen den Maschinen weiterhin umstecken.

## Das lässt sich alles automatisieren

- Beleuchtung
- Absaugung
- Absperrschieber (Absaugung)
- Heizlüfter
- Entfeuchter
- Werkstatttor / -tür
- Luftreiniger
- Steckdosen / Stromversorgung
- Maschinen (zum Beispiel Tischkreissäge, Schleifer)
- Werkbank-Stromkreis (zentral schaltbar)
- Zeitgesteuerte Verbraucher (wie Ladegeräte)



sorwerte oder vorgedachte Abläufe. Die Steuerung setzt diese Entscheidungen um, sei es in einem einzelnen Gerät oder in Kombination mit einer zentralen Steuereinheit. Dabei arbeiten Hard- und Software zusammen: Die Hardware verarbeitet die Signale, die Software sorgt für die Regeln.

4. Aktoren – also Geräte, die die Anweisungen der Logik umsetzen – führen die Aktion aus, zum Beispiel eine Schaltsteckdose oder ein Relais.

### Diese Automatisierung kennt jeder

Die Mutter aller Werkstatt-Automatisierungen steckt im Werkstattsauger. Sobald eine angeschlossene Maschine startet, läuft der Sauger mit. Das funktioniert über einen eingebauten Stromsensor – zuverlässig, unkompliziert, seit Jahren bewährt.

Doch was, wenn es nicht nur um einen mobilen Werkstattsauger geht, sondern um eine größere stationäre Absauganlage? Zum Beispiel, weil auch ein Dickenhobel angeschlossen ist, der ordentlich Späne produziert? Hier kann man selbst tätig werden.

Bei älteren Anlagen ist die Sache meist unkompliziert, denn sie besitzen oft keinen Wiederanlaufschutz. Der Ein-Aus-Schalter wird dauerhaft auf „Ein“ gestellt.

Sobald dann ein vorgeschaltetes Relais (auch „Schütz“ genannt) über einen Sensor Stromfluss an der abzusaugenden Maschine erkennt, gibt es den Strom frei. Die Absaugung springt automatisch an – ganz ohne Eingriff in die Anlage selbst.

Oft ist der Sensor ein sogenannter Klappstromwandler, den man wie ein Scharnier um das Netzkabel zum Beispiel

der Kreissäge legt. Er erkennt, wenn die angeschlossene Maschine eingeschaltet wird. Sollen mehrere Maschinen erfasst werden, braucht es für jede einen eigenen Sensor – je nach Anzahl der abgesaugten Geräte entsteht so schnell ein ganzes Netz aus Sensor- und Steuerleitungen. ➤➤➤



Kompakte Automatik von der Stange: Eine solche Einschaltautomatik (Klinger & Born) kombiniert Stromsensor, Steuerschaltung und Schütz in einem Gerät. Master-Steckdosen (rot) versorgen die Maschine(n). Fließt hier Strom, liefern Slave-Steckdosen (blau) Energie für die Absaugung.



Eleganter, aber etwas aufwändiger: Steckdosen smart machen. Preisfrage: Welche der drei Steckdosen aus dem verteilten Drehstromkreis (3 x 16 Ampere) ist smart? Ein cleverer Trick: Die geschaltete Steckdose ist um 90° gedreht montiert.



Am blauen „Shelly 1“ veranschaulichen wir exemplarisch, wie ein smartes System in der Werkstatt installiert wird und arbeitet. Er ist hier hier noch unverkabelt und passt hinter eine Standard-Steckdose. Er wird dann per Smartphone-App gesteuert: Strom an oder aus.

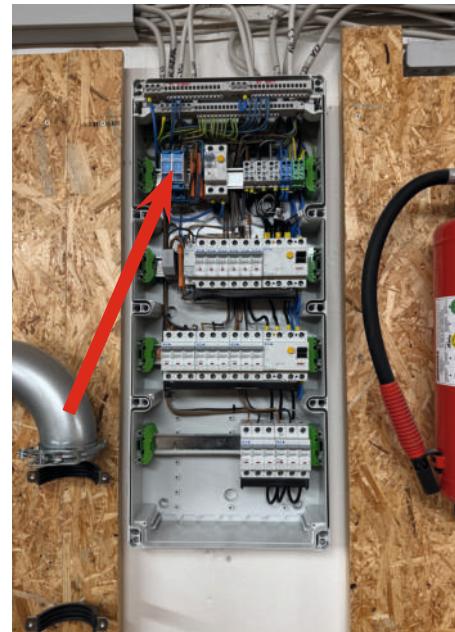
Eine kompakte Alternative sind Einschaltautomatiken von Herstellern wie Klinger & Born oder Holzmann. Sie kombinieren Stromsensor, Steuerschaltung und Schütz in einem Gerät, was den Verkabelungsaufwand verringert.

Ihr Wirkprinzip: Die Automatik-Box wird per Stecker ans Stromnetz angeschlossen. Ist sie in einer der Master-Steckdosen an der Box eingesteckt, bekommt zum Beispiel die Kreissäge Strom. Wird sie angeschaltet, lässt die Automatik den Stromfluss an den Slave-Steckdosen

zu: Die hier eingesteckte Absaugung läuft ebenso an.

## Wiederanlaufschutz: Problem und Lösung

Egal, ob Fernsteuerung oder automatisches Anlaufen: Absauganlagen neueren Datums müssen mit einem gesetzlich vorgeschriebenen Wiederanlaufschutz ausgerüstet sein. Und das ist ein Problem: Hier genügt es nicht, einfach wieder Strom zu liefern – die Anlage bleibt aus, bis sie manuell neu eingeschaltet wird. Eine automatische Zu-

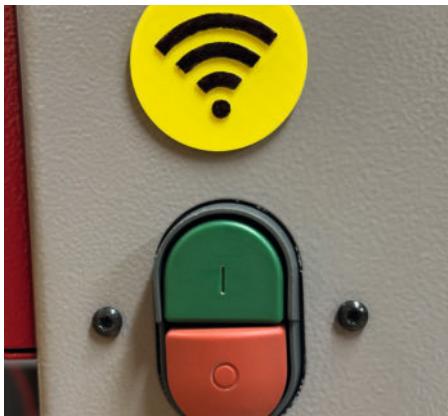


In der Unterverteilung versteckt sich zwischen Sicherungsautomaten und Schützen genau eine smarte Komponente: der elektronische Wiederanlaufschutz. Alles andere ist solide, konventionelle Elektrik. Mehr dazu gibt es auf der **HolzWerken**-Webseite (siehe Kasten).

schaltung – sei es per Fernsteuerung oder Einschaltautomatik – ist ohne Eingriff in die Absauganlage nicht realisierbar.

An dieser Stelle könnte sich der eine oder andere vielleicht denken: „Na gut, dann überbrücke ich den Wiederanlaufschutz eben – dann klappt es trotzdem mit der Automatisierung.“ Das ist sicher keine gute Idee, weil sich bei Schäden durch unkontrolliertes Wiederanlaufen dann vermutlich keine Versicherung zuständig fühlt.

Es gibt jedoch eine elektronische Lösung für den Wiederanlaufschutz einer



Sicherheit zählt: Der NFC-Tag über dem Ein-/Ausschalter der Kreissäge kann auch als Kindersicherung dienen. Erst nach Authentifizierung mit der Smartwatch bekommt die Maschinensteckdose Strom – und die Absauganlage auch gleich.

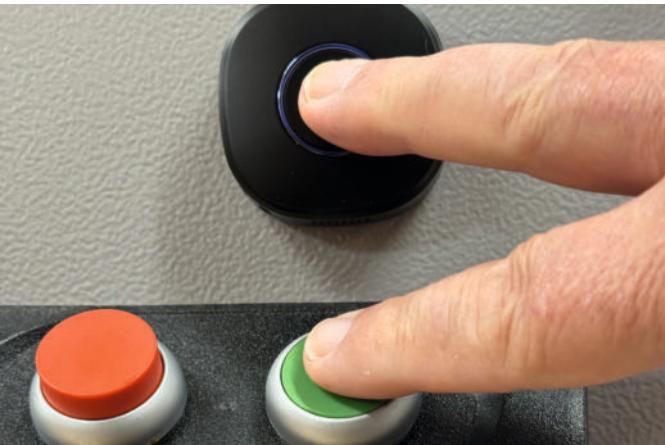
## Shelly, Arduino und Co.

Automatisieren lässt sich heute fast alles – aber nicht jeder will alles machen. Es kommt ganz auf den eigenen Anspruch an:

Beliebt, weil recht einfach, sind die Module der Firma Shelly: Sie funktionieren über WLAN, Bluetooth und die Cloud. Es gibt die Modelle als Stecker für die Steckdose oder als kleine Kästen, die vom Elektriker fest in der Unterputz-Dose (hinter der eigentlichen Steckdose) verbaut werden. Ist die Hardware-Installation erledigt, lassen sich Logiken und Routinen am Desktop oder per App hinterlegen. Mit einem System wie dem Shelly lässt sich vieles direkt umsetzen – Schalten per App, Zeitsteuerung, sogar Sprachbefehle.

Wer mehr will, zum Beispiel mehrere Abläufe verbinden, nutzt Home Assistant – eine Plattform, die lokale Steuerung mit großer Flexibilität verbindet. Damit lassen sich Abläufe, Bedingungen und Geräte elegant koordinieren. Die Plattform lässt sich zum Beispiel auf einem Raspberry Pi betreiben – einem beliebten Einplatinencomputer, der sich besonders gut für lokale Steuerungen eignet.

Für Tüftler, die wirklich ins Detail wollen, bieten sich Mikrocontroller wie Arduino oder ESP32 an. Hier ist Kreativität gefragt – und ein wenig Programmier-Erfahrung. Ob schnell eingerichtet oder komplett selbst entwickelt: Der Weg zur eigenen Werkstattautomation ist offen – und lässt sich so gestalten, wie es zum eigenen Stil passt.



Nachrüstung ohne Bohren: Der „Shelly Button1“, per Doppelklebeband befestigt, sendet per WLAN den Einschaltbefehl an das „Shelly 1“ im Wiederanlaufschutz der Absaugung. Die originalen Maschinentaster (grün/rot) bleiben unverändert.

Absauganlage, bei der ein Shelly 1 ein Schütz ansteuert und so sowohl Fernsteuerung als auch Sicherheitsfunktion ermöglicht. Weil diese Lösung hier den

Rahmen sprengen würde, finden Sie sie auf unserer Webseite (siehe Kasten). Sie zeigt detailliert, wie Shelly 1 und Schütz elektrisch verschaltet werden müssen und welche Parameter im Shelly-Webinterface (Auto-Off, Power-On Default) für einen sicheren Wiederanlaufschutz entscheidend sind.

### Automatisieren mit Pfiff

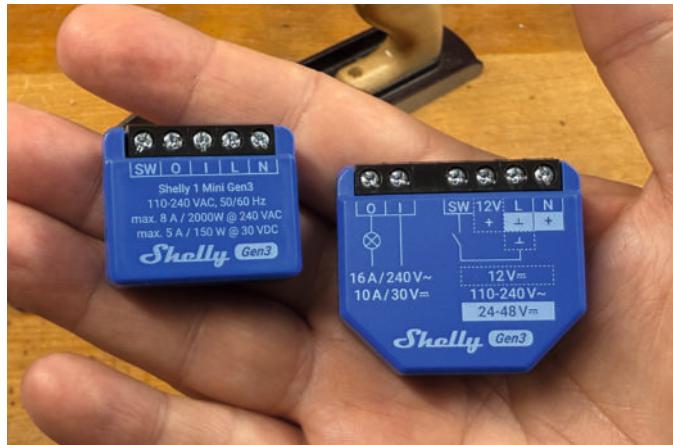
Mit der Möglichkeit, auch Anlagen mit Wiederanlaufschutz zuverlässig fernzuschalten, öffnet sich eine ganz neue Tür: Jetzt wird's nicht nur praktisch – jetzt wird's richtig cool.

Kabelverbindung zum Steuern zwischen Maschine und Absaugung? Nicht mehr nötig. Stattdessen haben Sie die freie Wahl, wie und von wo Sie den Vorgang auslösen:

Ein WLAN-Taster, direkt neben dem Einschaltknopf der Maschine aufgeklebt – ganz ohne Bohren oder Schrauben.

- › Nutzen Sie „Near Field Communication“: Ein NFC-Tag, den Sie an dieselbe Stelle kleben und einfach mit der Smartwatch „antippen“.
- › Ein Sprachbefehl, der alles in Gang setzt – inklusive Überraschungseffekt, wenn Ihr Werkstatt-Besuch verblüfft feststellt, dass Sie mit der Absaugung reden.

Und damit nicht genug: Beispielsweise kann sich zusätzlich der passende Absperrschieber öffnen und die anderen schließen – also genau den Teil der Ab-



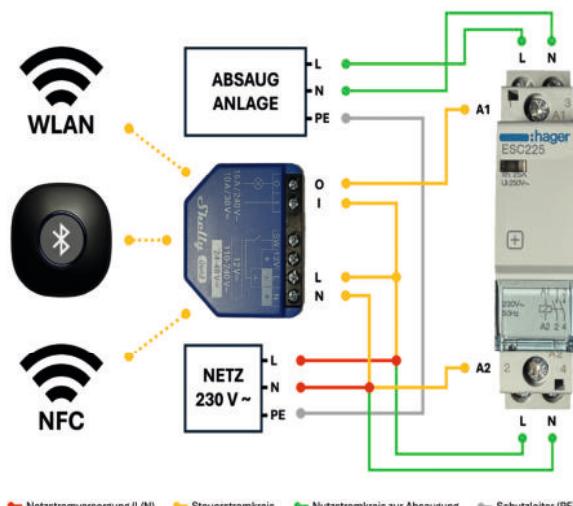
Miniaturisierung mit Kompromiss: „Shelly 1 Mini“ (links) und der normale „Shelly 1“ im direkten Größenvergleich. Der Mini ist kompakter, schafft aber nur 8A statt 16A – perfekt für Beleuchtung oder Steuerung, weniger für Hochlast-Verbraucher.

saugung freigeben, der gerade gebraucht wird. Mit ein bisschen Fantasie lässt sich das Prinzip fast überall in der Werkstatt anwenden. Sie können beim Betreten der Werkstatt mit einem NFC-Tag am Türrahmen einchecken – und beim Verlassen wieder aus: Dann geht die Musik aus, das Licht schaltet sich ab, der Kompressor wird abgeschaltet, und das Akkuladegerät wird zwei Stunden später automatisch stromlos.

Sie können sogar virtuell einchecken – zum Beispiel mit einem NFC-Tag in der Wohnung. So startet der Heizlüfter oder die Heizung schon, bevor Sie in die Werkstatt gehen – damit's beim Ankommen nicht erst klamm und kalt ist.

Und Maschinen lassen sich personalisieren: Ein NFC-Schlüssel sorgt dafür, dass nur berechtigte Personen sie einschalten können – zum Beispiel zum Schutz vor neugierigen Kinderhänden. Automatisierung in der Hobbywerkstatt muss nicht zum Hobby im Hobby werden – aber sie kann eine spannende neue Facette sein, die einfach Spaß macht.

Wenn sie gut gemacht ist, sorgt sie für mehr Sicherheit oder schafft neue Freiräume. Sie ersetzt nichts, aber sie ergänzt – und manchmal führt sie zu einem kleinen persönlichen Triumph: Ich war's, der das zum Laufen gebracht hat. ▲



## Elektro-Details im Netz

Wie sich eine Absauganlage trotz integriertem Wiederanlaufschutz steuern lässt, zeigen wir online: [https://vinc.li/Smarte\\_Werkstatt](https://vinc.li/Smarte_Werkstatt) Wir weisen darauf hin: Eine solche Arbeit darf nur von einem Elektriker ausgeführt werden!



Unser Autor **Hans-Jürgen Kompalla** steht gerne in seiner Werkstatt, die er mit Begeisterung über die Jahre immer weiter optimiert hat.

# 3D-Druck: Mehr als nur Spielerei

Vorrichtungen, Schablonen, Halterungen einfach so ausdrucken? Klingt zu gut, um wahr zu sein. Wir haben getestet, was ein 3D-Drucker für Ihre Werkstatt wirklich bringt. Der Kauf kann sich lohnen, aber ... 3D-Drucker für Ihre Werkstatt wirklich bringt. Der Kauf kann sich lohnen, aber ...

**W**as hat das denn noch mit dem Handwerk zu tun? Die meisten 3D-Drucker funktionieren wie eine Heißklebepistole, die auf Hundertstel-millimeter genau positioniert wird und so Schicht für Schicht Objekte aufbaut.

Gut und schön, aber diese Plastik-Objekte können doch nicht mit Holz konkurrieren! Wir von **HolzWerken** stimmen da zu. Aber: Alles, was wir in der Werkstatt noch so machen, außer richtig schöne Holz-Teile herzustellen, kann vom 3D-Druck profitieren: Drucken lassen sich, und das ist nur eine kleine Auswahl:

- › Frässchablonen
- › Schlauchadapter und -halter
- › Schutzbäcken für Zwingen und Schraubstock
- › Schutzbabdeckungen für Maschinen-teile
- › Sortierkästen
- › Winkel und sogar Scharniere

Ein 3D-Drucker ersetzt keine Handarbeit, sondern erleichtert und ergänzt sie.

## Ähnlichkeiten zur CNC-Fräse

Startpunkt sind ähnlich wie beim CNC-Fräsen Daten aus einem CAD-Programm wie SketchUp, TinkerCad oder Fusion 360. Damit der Drucker die Daten in Wege und Aktionen übersetzen kann, ist zunächst ein Zwischenschritt im Rechner nötig: Ein Slicer genanntes Programm rechnet die CAD-Vektoren in genaue Steuerbefehle („G-Code“) für die X-, Y- und Z-Achse des Druckers um. Berücksichtigt werden dabei auch eine Vielzahl möglicher Einstellungen durch den Nutzer: Schichtdicke, Wahl des Druckmaterials, Düsen-Temperaturen sind hier nur einige. Das klingt sehr kompliziert und das war es früher auch. Dies ist auch der Grund, warum 3D-Druck bis heute das Image weg hat, nur ein Thema für IT-Bastler zu sein.

Doch seit einigen Jahren haben es Hersteller wie Prusa (Tschechien), Anycubic und BambuLab (beide China) verstanden, 3D-Druck auch für Schnell-einsteiger beherrschbar zu machen. Das

passiert zunächst durch bessere Geräte. Vorbei sind die Zeiten, als man Drucker mühsam selbst zusammenbauen musste. Heute sind die meisten Geräte „aus der Box“ einsatzbereit. Auch das mühsame Nivellieren der Druckplatte geschieht heute meist vollautomatisch. Hinzu kommt die stark verbesserte Software für den eigenen Rechner, die jedes Gerät begleitet. No-Name-Hersteller bringen das oft nicht mit. Man kann deren Drucker zweifellos zum Laufen bringen, aber es benötigt deutlich mehr Geduld und Zeit.

## Spannend zu beobachten

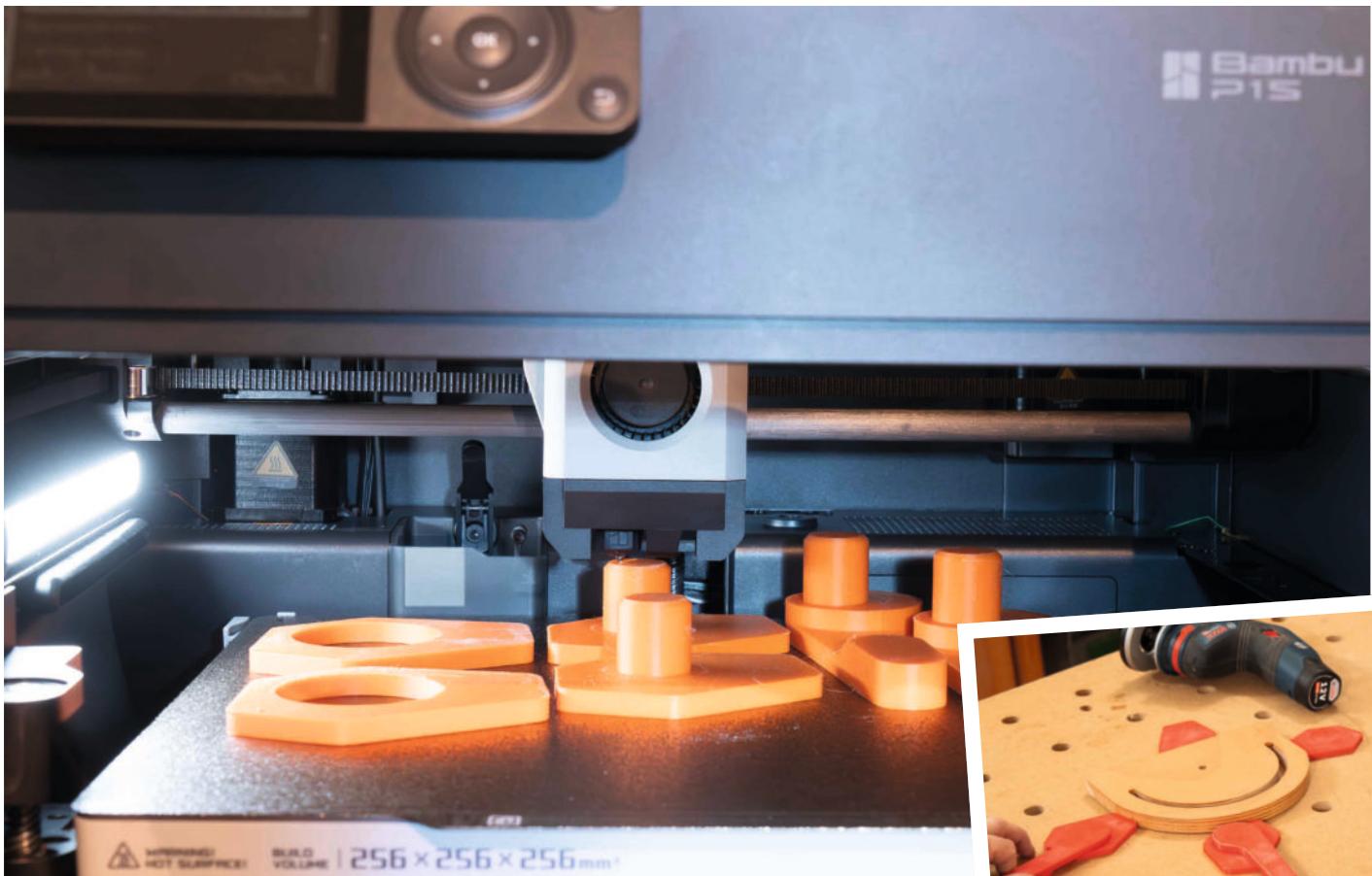
Sind die Daten per Kabel oder WLAN dann an den Drucker geschickt, beginnt das Faszinierende. Bei der Holzbearbeitung sägen, fräsen oder stemmen wir stets etwas weg. 3D-Druck dagegen fügt kontinuierlich etwas hinzu. Diesem „additiven Verfahren“ zuzuschauen, macht vor allem zu Beginn sehr viel Spaß.



Aufbau eines kleinen 3D-Druckers für rund 200 Euro (BambuLab A1 mini): Der Druckkopf wird an seinem Arm nach links und rechts gesteuert (X-Achse), und beides an der senkrechten Stütze auf und ab bewegt (Z-Achse). Bei diesem Modell ist die Druckplatte beweglich (vorne/hinten) und bildet so die Y-Achse. Rechts hinter dem Drucker ist die Filamentrolle zu sehen.

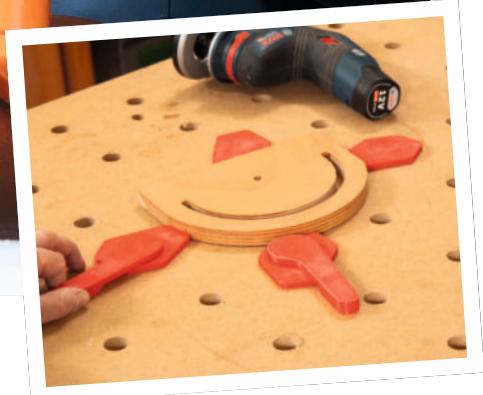


Das Herz des Druckers bildet die auf über 200 Grad aufgeheizte Düse. Hier kommt das durch Schläuche zugeführte Filament an, wird aufgeschmolzen und herausgepresst. Probleme beim Druck entstehen häufig an dieser Stelle, etwa, wenn der Kunststoff Fäden zieht.

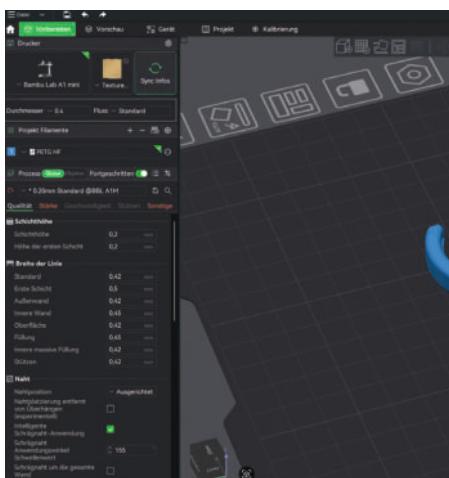


Beim Druck wird ein thermoplastischer Kunststoff (das Filament) als Faden von seiner Rolle zur Heizdüse geführt, aufgeschmolzen und durch eine 0,4 mm große Öffnung (Standardmaß) gepresst. Während der heiße Faden aus der Düse geschoben wird, steuern Stell-

motoren den Druckkopf in X- und in Y-Richtung über die Grundplatte. Werden mehrere Teile gleichzeitig gedruckt, ist das kein Problem: Der Druckkopf springt kurz (ohne Filament-Vorschub) hinüber und druckt auch dort dieses eine 0,2-mm-Lage.



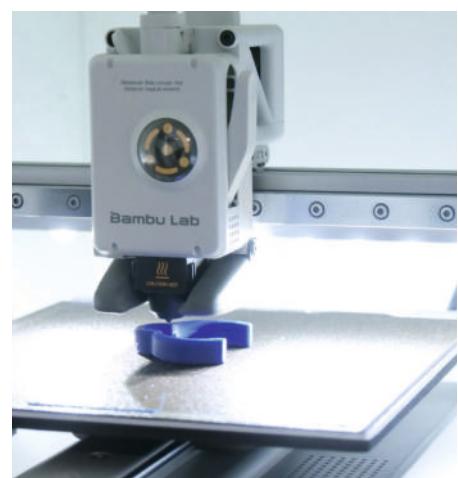
Ist eine Schicht fertig, senkt sich bei einigen Modellen die Grundplatte (die Z-Achse) ab und die nächste etwa 0,2 mm dicke Schicht beginnt. Einfachere Modelle senken den Druckkopf ab. ►►►



Ab in den Slicer: Die CAD-Daten durchlaufen dieses Spezialprogramm, in dem die Steuerkoordinaten berechnet werden. Außerdem kann der Anwender hier noch manuelle Änderungen einstellen, wie zum Beispiel die Dichte des Füllgitters im Inneren des Objekts.



Schwarz, weiß, bunt, durchscheinend, mit den verschiedensten Materialeigenschaften: Filamente gibt es mittlerweile in einer sehr breiten Angebotspalette. Aber ein auch oder zwei Rollen genügen für den Start, zumal der Filamentwechsel auch recht nervig sein kann.



Weil das Druckobjekt kein bisschen verrutschen darf, „klebt“ es auf der Druckplatte, solange sie beheizt ist. Sind Platte und Gegenstand fertig und abgekühlt, lässt er sich dann meist gut ablösen.

# ► Werkstattpraxis

## Schmelzschichten erzeugen das Modell

Es gibt noch andere 3D-Druck-Methoden als das hier geschilderte, FDM genannte Verfahren. FDM steht für „Fused Deposition Modeling“, frei übersetzt mit „Schmelzschichtmodellierung“.

Doch alle Maschinen für den Druck zu Hause verwenden FDM. Temperatur spielt dabei eine entscheidende Rolle: Die Druckplatte ist bei allen 3D-Druckern beheizt, damit das Objekt mit seiner ersten Schicht haftet und beim weiteren Drucken nicht verrutscht. Und weil manche Filament-Arten (siehe Kasten) während des Drucks empfindlich auf Temperaturschwankungen und Zugluft reagieren, ist der Druckraum bei vielen Geräten mit Glasplatten umbaut.



Schnappschüsse während eines zweistündigen Druckvorgangs. Es entstehen zwei Anschläge und zwei dagegen arbeitende Spannelemente für einen Multifunktionsstisch, gedruckt aus PETG (siehe Kasten). Sie sind am Artikelanfang im Einsatz zu sehen.



Schlauch-Adapter gefällig? Es gibt in den Modellbibliotheken viele solcher Modelle, deren Parameter wie Innendurchmesser, Länge und Wandstärke sich mit einem Mausklick ändern lassen.



So sieht die Gitterstruktur im Inneren der Elemente aus. Wie dicht sie ausfällt (und damit wie stabil sie ist) ist nur einer der vielen Faktoren, die man selbst festlegen kann.

## Druckplatten-Größe ist der limitierende Faktor

Die Größe der Druckplatte bestimmt den druckbaren Bereich, wobei 20 x 20 cm die Standardgröße bei günstigeren Modellen sind. Gute Mittelklasse-Geräte bieten 25 x 25 cm, was die Möglichkeiten noch einmal deutlich erweitert.

Einstiegergeräte mit diesen Maßen und offener Bauart kosten rund 250 Euro, gute Mittelklasse-Drucker in geschlossener Bauform rund das Doppelte. Der Aufbau „Schicht für Schicht“ zeichnet sich deutlich bei den fertigen Objekten ab: FDM-Drucker hinterlassen bei ihren Objekten charakteristische Linien. Die Schichten sind klar erkennbar und auch spürbar. Für den von uns empfohlenen Einsatz des Drucks für Werkstatt-Hilfsmittel und Vorrichtungen stören die Streifen optisch nicht weiter.

Man muss aber wissen, dass sich die Objekte entlang dieser Linien spalten lassen. 3D-Objekte sind also in der Regel nicht so belastbar wie Spritzguss-Vollmaterial aus vergleichbarem Kunststoff. Dafür gibt es noch einen weiteren Grund. Um Material zu sparen, werden Volumenkörper nicht voll mit Filament gefüllt, sondern mit einer Gitterstruktur. Wie eng diese Gitterstruktur sein soll, kann man vorab einstellen. Je dichter, desto stabiler ist das Ergebnis natürlich,

gleichzeitig steigen aber Druckzeit und Filamentbedarf.

Sobald Objekte auf der Druckplatte einige Überhang haben, fügt der Slicer auf Wunsch außen Stützstrukturen hinzu, die sich in der Regel nach dem Druck sehr leicht wegbrechen lassen.

## Grenzen und Stolperfallen

Wir in der Redaktion nutzen seit etwa einem Jahr einen 3D-Drucker. Die Kosten für Filamente sind nicht sehr hoch, einige Euro pro Vorrichtung muss man aber schon rechnen. Klar ist uns jetzt: 3D-Druck ist gar nicht so schnell!

Aufwändige Modelle benötigen viele Stunden, während der Drucker übrigens gerne kontinuierlich mehr als 200 Watt Strom zieht. Hinzu kommt die Zeit im CAD-Programm, wenn man selbst konstruieren möchte.

Für sehr viele Werkstatt-Anwendungen gibt es aber kostenlose Vorlagen im Netz, etwa auf Plattformen wie Thingiverse und MakerWorld (von BambuLab). Wenn man nur diese nutzen will und gar keinen Rechner, können 3D-Drucker von heute auch allein über das Handy angesteuert werden.

Wichtig zu wissen: Ein 3D-Drucker kann nicht irgendwo aufgestellt werden. Filamente sind feuchtigkeitsempfindlich und die Mechanik des Druckers nimmt den Staub einer Holzwerkstatt schnell sehr



Der Kreativität sind kaum Grenzen gesetzt: In SketchUp ist so ein Anstoßschutz mit etwas Übung schnell konstruiert. Er lässt sich einfach in die Schienenenden des Schiebetischs unserer Kreissäge einschieben. Ein schmerhaftes Problem weniger!



Schon etwas aufwändiger konstruiert: Der Absaugstutzen für die kleine Ulmia-Bandsäge (siehe **HolzWerken** 122). Dank 3D-Druck kommt die alte Maschine aus dem Jahr 1967 in Sachen „saubere Werkstattluft“ endlich im 21. Jahrhundert an.

übel. Wirklich leise sind die Maschinen übrigens auch nicht.

Also gilt es, ein abgeschiedenes, trockenes und staubarmes Plätzchen für den neuen Werkstatthelfer zu finden. Das ist durchaus je nach Wohnsituation nicht immer leicht. Zum Glück haben Modelle von heute auch gleich eine Webcam eingebaut. So kann man den Druckvorgang per Smartphone beobachten, auch wenn man zwei Räume weiter sitzt.

### Zeit und Geld nötig, dann aber macht's Spaß

Unser Fazit: Wer sich mit einem völlig neuen Verfahren „3D-Druck“ beschäftigen möchte, muss Geld, Zeit und Geduld einbringen. Man sollte bereit sein, sich mit unerwünschten Problemen wie „Warping“ und „Stringing“ ebenso auseinanderzusetzen wie mit neuer Software.

Hat man diese steile Lernkurve aber einmal hinter sich gebracht, wird man belohnt. Lästiges Gebastel beim Vorrichtungsbau lässt sich abkürzen, stattdessen kann der Drucker einfach über Nacht arbeiten. Eine unüberschaubar große Zahl von druckfertigen Vorlagen gibt es kostenlos zum Herunterladen. Viele kleine Helfer für Werkstatt, Garten und Haushalt entstehen so in kurzer Zeit. Bei uns jedenfalls ist der 3D-Drucker ein wichtiger Helfer geworden.◀

Andreas Duhme

## Die wichtigsten Druck-Filamente für die Werkstatt

### PLA

- › Eigenschaften: Sehr einfach zu drucken, verzugsarm, gute Detailgenauigkeit
- › Vorteile: Ideal für Vorrichtungen, Schablonen und Prototypen, langfristig biologisch abbaubar
- › Nachteile: Geringe Wärmebeständigkeit (verformt sich ab 55 Grad)
- › Einsatz: Für die ersten Schritte und die meisten Anwendungen geeignet

### PETG

- › Eigenschaften: Zäh, widerstandsfähig, kaum spröde
- › Vorteile: Gute Kombination aus Stabilität und einfacher Verarbeitung, auch wasserfest
- › Nachteile: Kann beim Drucken Fäden ziehen, braucht feine Justierung
- › Einsatz: Gut für Vorrichtungen, Halterungen oder Bauteile, die mechanisch belastet werden

### ABS

- › Eigenschaften: Stabil, temperaturbeständig (bis 90 Grad)
- › Vorteile: Hält auch höheren Belastungen stand
- › Nachteile: Neigt stark zu Verzug, erfordert geschlossenen Druckraum, riecht beim Druck sehr unangenehm, braucht spezielle Druck-Düse
- › Einsatz: Für Holzwerker nur sinnvoll, wenn hitzefeste Teile nötig sind

### TPU

- › Eigenschaften: Flexibel, gummiartig, elastisch
- › Vorteile: Stoß- und vibrationsdämpfend, sehr widerstandsfähig
- › Nachteile: Schwierig zu drucken, braucht langsame Druckgeschwindigkeit
- › Einsatz: Gut für rutschfeste Füße, Schutzkappen oder flexible Verbindungselemente

Viele dieser Filamente gibt es mittlerweile auch farbig. Diese lassen sich jedoch nicht mischen. Mehrfarbige Drucke sind zwar möglich, erfordern aber einen oder mehrere aufwändige Filamentwechsel. Recht neu sind PLA-Filamente mit 20 bis 50 Prozent Anteil an pulverisiertem Holz, deren Ergebnisse aber unserer Meinung nach nicht annähernd mit echtem Holz vergleichbar sind.

# Alles schon fertig!

Drucken, Lasern und CNC-Fräsen: Dafür gibt es im Internet abertausende fertig konstruierte Modelle. Und das kostenfrei! Wir stellen die wichtigsten Bibliotheken vor.

Sie bieten Ersatzteile, Schablonen oder ganze Werkstücke. Mit Modell-Bibliotheken nutzen Sie digitale Fertigung, ohne selbst 3D-Modelle entwerfen zu müssen. Die Plattformen bieten fertige Vorlagen und fördern den Austausch und die Weiterentwicklung kreativer Ideen.

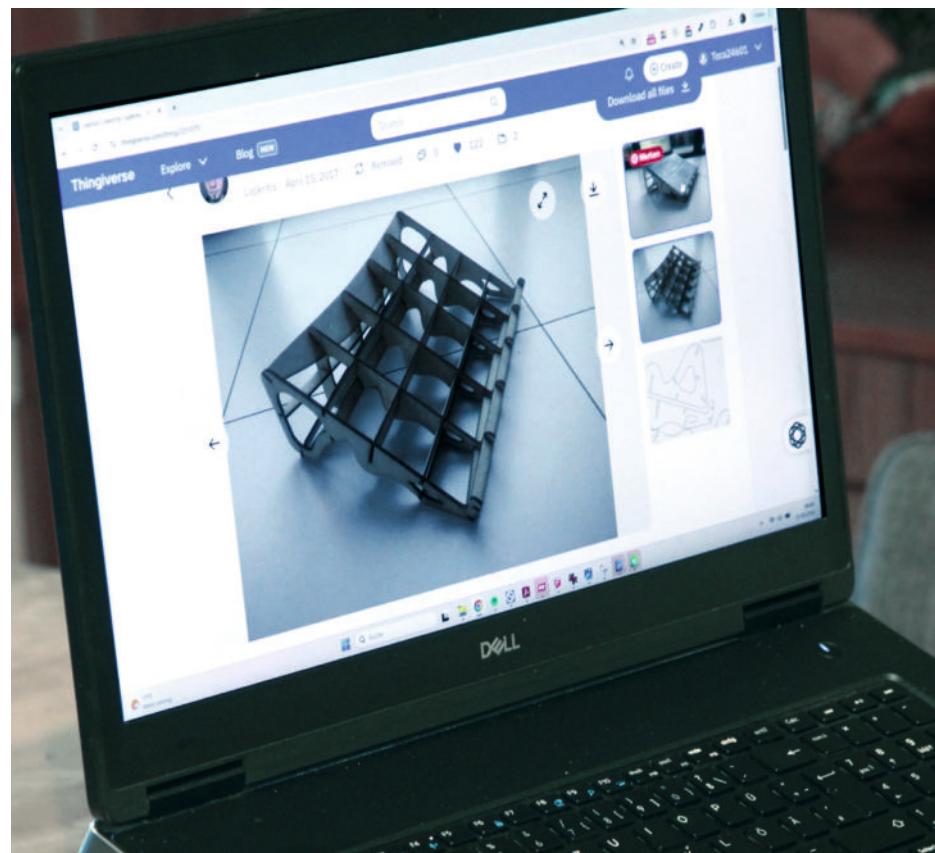
Modell-Bibliotheken im Netz bieten Zugang zu Millionen digitaler Entwürfe. Ob Absaugadapter, Montagehilfe, Werkstückhalter oder Radien-Frässchablone: Sehr viele Lösungen existieren bereits als druck- oder fräsbare Datei.

Neben den Dateien selbst bieten die Bibliotheken oftmals wertvolle Zusatzinformationen wie Materialempfehlungen, optimale Maschineneinstellungen sowie hilfreiche Hinweise zum Aufbau und zur Anwendung und Feedback anderer Nutzer. Man hat die Möglichkeit, Kollektionen zu durchstöbern und nach Dateien zu suchen. Sie können dort 3D-Modelle in einer Vorschau ansehen, eigene Umsetzungen teilen, und Projekte „remixen“, also anpassen und weiterentwickeln.

## Von der Datei zum Werkstück

3D-Druckmodelle liegen meist im Dateiformat „STL“ vor, manchmal auch im neueren STEP-Format. Sie machen den Großteil der Inhalte auf den großen Plattformen aus. Sie müssen nach dem Download in einer Slicer-Software in Druckbahnen zerlegt werden. Dadurch erhalten die Stellmotoren ihre Bewegungsdaten (G-Code). Der gesamte Ablauf ist oft unkompliziert, sodass vom Download bis zum Druckstart oft nur wenige Minuten vergehen.

Für Laserschnitt und Gravur liegen die Dateien meist im SVG-Format vor.



Thingiverse zählt zu den größten Bibliotheken für 3D-Druckvorlagen. Neben zahlreichen Druckprojekten finden sich dort auch gelegentlich Vorlagen für Laserarbeiten – wie dieser praktische Laptopständer von Lapkritis, ein Remix nach einem Entwurf von MathewOwen.

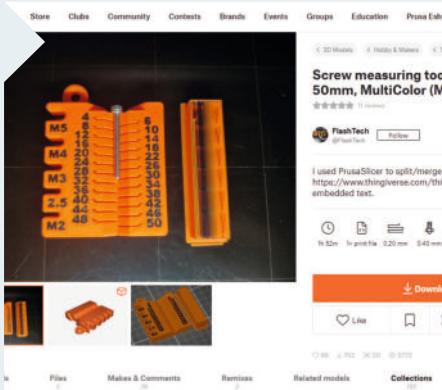
Nach dem Herunterladen werden in der Laser-Software noch Parameter wie Schnittgeschwindigkeit und Leistung an das jeweilige Material angepasst, um saubere Ergebnisse zu erzielen.

Deutlich aufwändiger sind CNC-Projekte. Die Modell-Dateien, oftmals SVG oder DXF, werden in der CAM-Software aufbereitet: Fräser, Schnitttiefe, Bearbeitungsstrategie und Maschinenwege sollen definiert sein. Dieser Schritt erfordert deutlich mehr Fachwissen und Vorbereitung – vielleicht einer der Gründe, warum CNC-Projektvorlagen seltener zu finden sind.

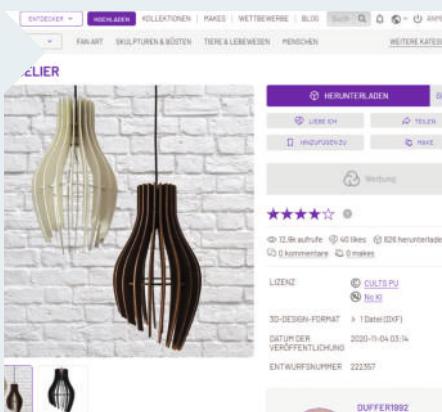
Viele der Plattformen arbeiten mit Creative Commons-Lizenzen. Diese regeln, ob ein Modell verändert, kommerziell genutzt oder geteilt werden darf. Varianten sind etwa CC-BY (Namensnennung erforderlich), CC-BY-NC (nur nicht-kommerzielle Nutzung) oder CC-BY-SA (Weitergabe nur unter gleichen Bedingungen).

## Printables

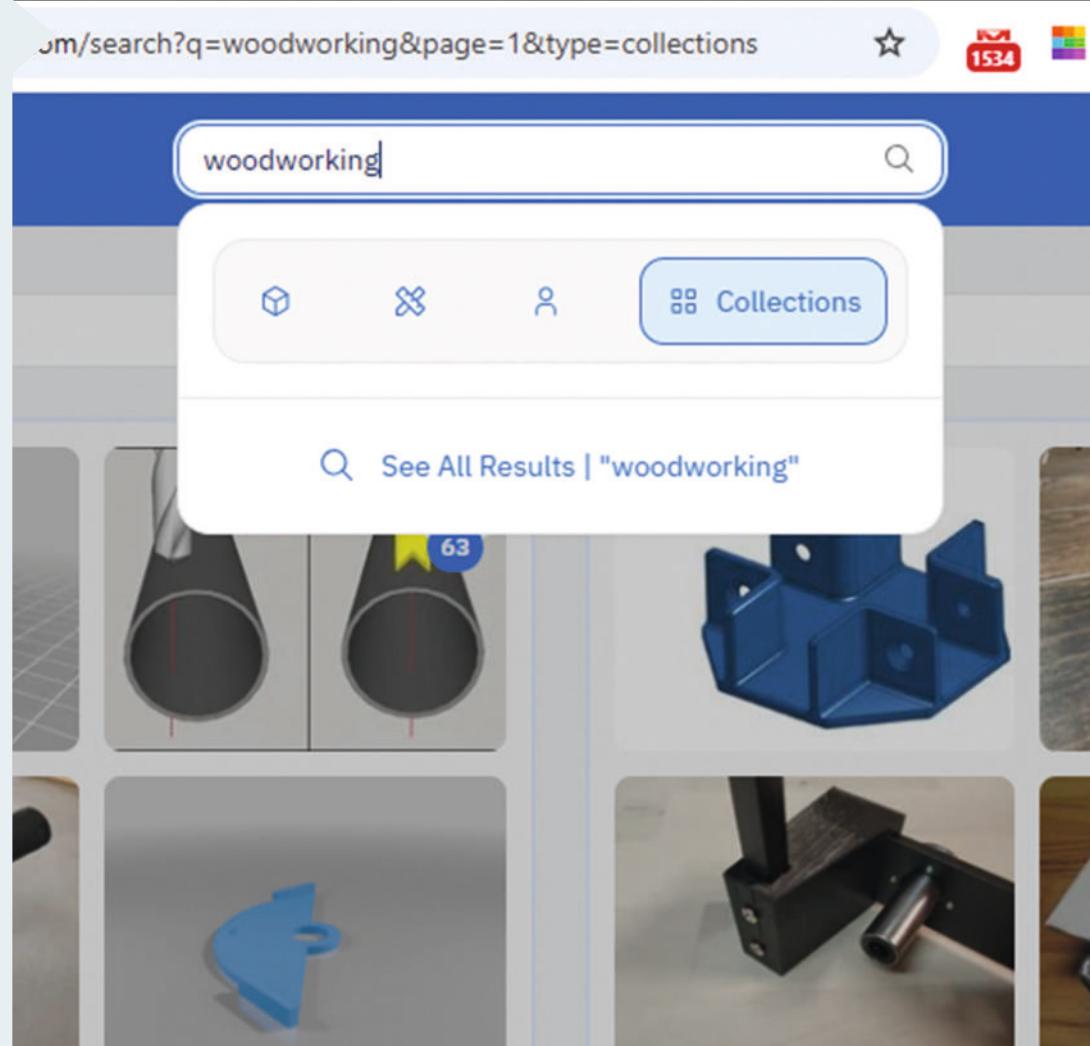
Printables ist die Plattform des tschechischen 3D-Drucker-Herstellers Prusa. Die Modelle lassen sich aber auch für andere Geräte nutzen. Printables ist



Printables bietet neben den 3D-Modellen oft auch detaillierte Angaben zur Druckdauer, Materialverbrauch und Einstellungen. Hier am Beispiel eines Messwerkzeugs für Schrauben des Nutzers FlashTech.



Auch Laserprojekte finden sich in den Modellbibliotheken, wie dieser Lampenschirm von Duffer1992 auf Cults3D.



Thingiverse bietet die Möglichkeit interessante Entwürfe in Collections zu – hier etwa zum Thema Woodworking.

eine der größten Modell-Bibliotheken im Netz und ist bekannt für hohe Modellqualität.

Funktionen wie die Remix-Historie, Community-Bewertungen und ein Belohnungssystem sind Mitmach-Elemente. Mitglieder haben die Möglichkeit, Punkte zu sammeln, die sie gegen Gutscheine oder Druck-Filamente eintauschen können. Modelle können gezielt nach Kategorien, Materialien und sogar Druckzeiten gefiltert werden. Mit der Funktion „EasyPrint“ können Besitzer von Prusa-Druckern Modelle direkt vom Handy aus an den Drucker senden.

Der Löwenanteil der Modelle auf Printables steht kostenlos zur Verfügung. Gleichzeitig haben Designer die Möglichkeit, ihre Tätigkeit zu

finanzieren: In sogenannten Stores können einzelne Modelle gekauft werden. In „Clubs“ kann man seinen Lieblingsdesigner unterstützen und bekommt so Zugriff auf deren exklusive Modelle.

### Thingiverse

Thingiverse ist eine der ältesten und größten Plattformen zum Teilen von 3D-Entwürfen mit derzeit mehr als 2,5 Millionen Dateien. Der Fokus liegt auf dem 3D-Druck. Es wurde 2008 als Schwesterprojekt von MakerBot gegründet, einem amerikanischen 3D-Drucker-Hersteller. Heute ist Thingiverse im Besitz des niederländischen Unternehmens UltiMaker, das sowohl 3D-Drucker herstellt als auch die be-

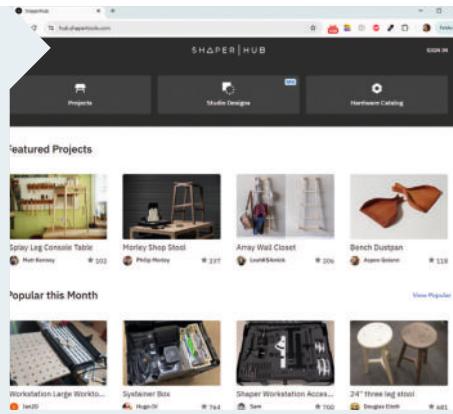
kannte Slicing-Software Cura weiterentwickelt.

Die Community ist aktiv, und viele Modelle sind durch Kommentare, Fotos und Anleitungen ergänzt. Zwar ist die Oberfläche nicht ganz so ansprechend wie die von Printables oder MakerWorld. Doch durch die große Menge an verfügbaren Modellen bleibt Thingiverse eine der wichtigsten Quellen für Handwerker, Maker und Bastler. Die Webseite enthält relativ viel Werbung.

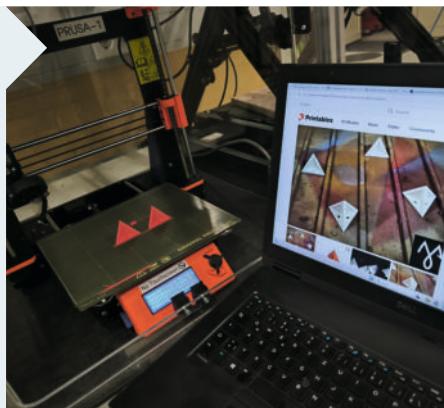
### Cults3D

Cults3D ist eine französische Online-Plattform, die in mehrere Sprachen übersetzt wurde. Cults3D wird von einem kleinen Vier-Personen-Team geführt ►►►

# ► Werkstattpraxis



Projektübersicht auf ShaperHub: Die Plattform bietet zahlreiche Möbel-, Werkstatt- und Zubehörprojekte für die CNC-Fräse – übersichtlich nach Kategorien und Schwierigkeitsgrad sortiert.



Vom Bildschirm direkt auf das Druckbett: Diese Malerpyramiden von JMAW aus Printables können Sie direkt auf einem Prusa i3 MK3S 3D-Drucker drucken.



Von Malerpyramiden und Radienfrässchablonen für die Werkstatt über eine Kugelbahnerweiterung fürs Kinderzimmer bis hin zu lasergeschnittenen Boxen und Schmuckstücken wie diesem Kettenanhänger – die Online-Modellbibliotheken bieten eine beeindruckende Vielfalt an Projekten.



Cults3D ist eine umfangreiche Modellbibliothek mit einer aktiven Community. Diese Handyhalterung von Lr3duk wurde im Rahmen eines der vielen Designwettbewerbe auf der Plattform ausgezeichnet.

und ist im Gegensatz zu den anderen Plattformen herstellerunabhängig. Neben einer großen Anzahl an 3D-Modellen für den Druck lassen sich über das Menü Dateien für die CNC-Bearbeitung und den Laserschnitt leicht auffinden. Der 2014 gegründeten Plattform sieht man ihr Alter stark an. Wen das nicht stört, der findet hier eine aktive Community und eine große Anzahl an Dateien.

## MakerWorld

Die jüngste der großen 3D-Druck-Plattformen ist MakerWorld. Sie wird betrieben vom chinesischen Drucker-Hersteller BambuLab und ist seit Herbst 2023 online. Die Dateien können auf Druckern beliebiger Hersteller verwendet werden. Für die Software „Bambu Studio“ und Drucker werden zusätzlich vorkonfigurierte Druckprofile, automatische

Slicer-Einstellungen und ein einfaches Senden von Druckaufträgen angeboten. Ein großzügiges Belohnungssystem für aktive Benutzer trägt dazu bei, dass die Plattform sehr schnell wächst.

## ShaperHub

Für Holzhandwerker und Möbelbauer besonders interessant ist die Modellbibliothek ShaperHub, betrieben vom

woodworking tool

Models (800) Users (0) Collections (113) Posts (21)

Trending Boosts Newest Downloads Likes All Time Filters

Some of the hundreds of designs for woodworking tools available on the MakerWorld platform.



Einige von Hunderten Entwürfen für Holzarbeits-Werkzeuge, die auf der Plattform MakerWorld zu finden sind.

Nicht jedes Projekt muss 1:1 übernommen werden. Die Vorlage für diesen CNC-gefrästen Montagewinkel stammt von FlipFlopWoodworks und rwyong aus dem Shaperhub von Shapertools. Hier wurde sie noch etwas angepasst, um auch massivere Zwingen aufnehmen zu können.

US-amerikanischen Hersteller Shaper Tools. Das Unternehmen ist bekannt für die Origin, eine handgeföhrte CNC-Fräse mit digitaler Unterstützung. Anders als klassische Portalfräsen ist die Origin weniger für Serienfertigung gedacht, sondern auf individuelle Projekte ausgelegt.

Entsprechend findet man hier Ideen und Modelle für Werkstatthelper und Vorrichtungen bis hin zu hochwertigen Möbelstücken, die nicht den klassischen CNC-gefrästen Steckmöbeln entsprechen.

Die Projekte lassen sich nach Kategorien und Schwierigkeitsgrad filtern. Die meisten Vorlagen liegen im SVG-Format vor. Damit eignet sich ShaperHub auch für Anwender anderer Maschinen.

## MakerCase und Boxes.py

Spezifisch ausgerichtet auf CNC und Laser sind die Projekte MakerCase und Boxes.py.

MakerCase ist eine webbasierte Applikation zur Konstruktion von Kästen oder Boxen. Ähnlich, aber umfangreicher und komplexer ist das OpenSource Projekt Boxes.py. Mehr dazu finden Sie im Artikel zum Lasercutting in diesem Heft.

## Etsy

Für CNC- und Laser-Vorlagen lohnt sich auch ein Blick auf Etsy, wo gegen Gebühr zahlreiche durchdachte Designs erhältlich sind. Durch die Bewertungen und Rezensionen der Käufer lässt sich gut abschätzen, ob die Projekte von hoher Qualität sind. Für diejenigen, die nicht selbst die Zeit aufbringen möchten, um eigene Designs zu erstellen, können die Ausgaben eine lohnende Investition sein.

## Suchmaschinen

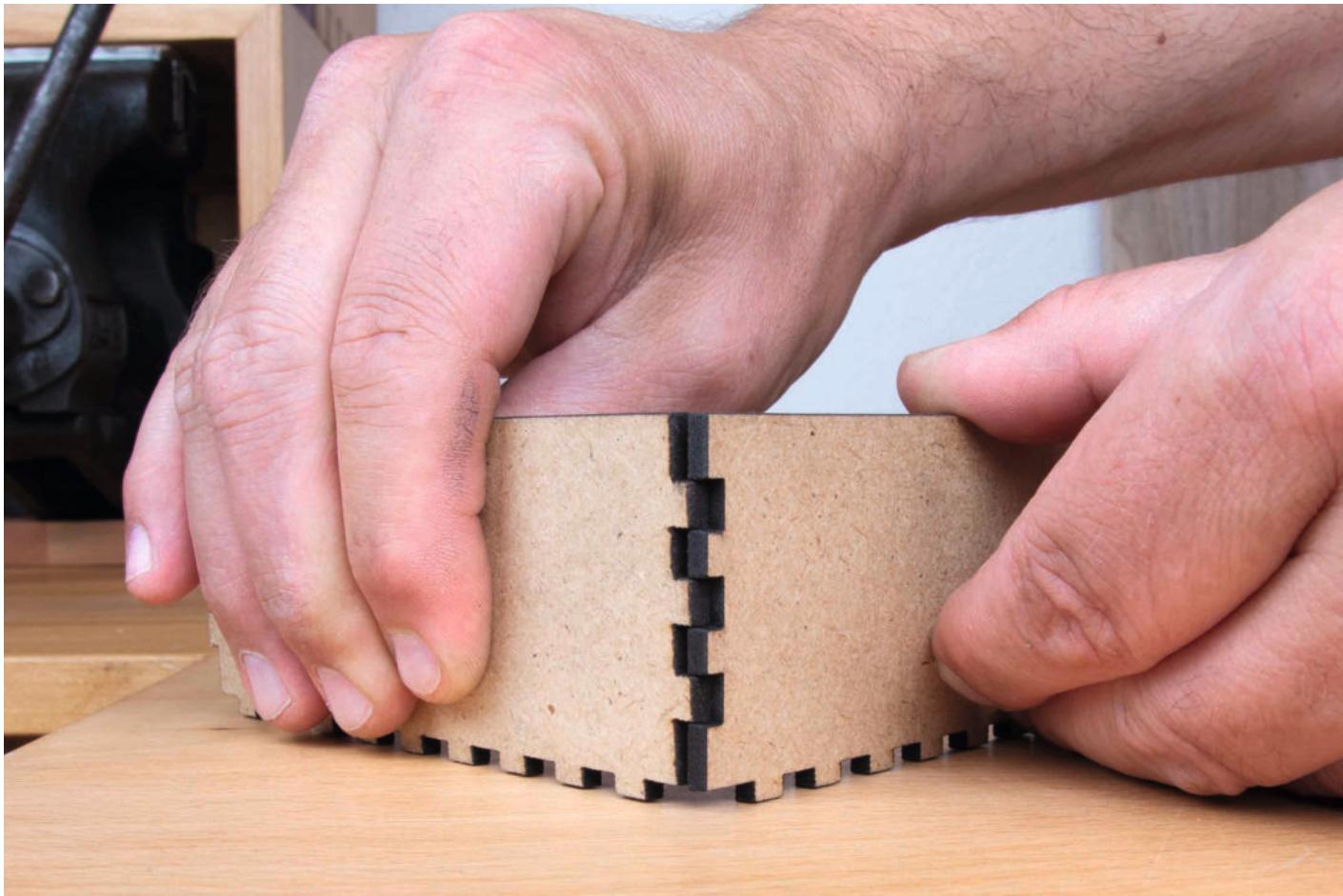
Möchte man quer über die gängigen Plattformen einen Überblick über ver-

fügbare Modelle erhalten, kommen Meta-Suchmaschinen ins Spiel. Webseiten wie STLFinder oder die deutsche Suchmaschine Yeggi durchforsten die gängigen Communities und Marketplaces. Gerade für spezifische Begriffe, wie die Suche nach einem ganz bestimmten Maschinenzubehör liefern Meta-Suchmaschinen einen schnellen Überblick über vorhandene Entwürfe. Und ein Tipp zum Schluss:

Mit der HandyApp „3Drop“ kann man nicht nur plattformübergreifend nach Modellen suchen, sondern diese auch zentral ablegen und verwalten.

Unser Fazit: Modell-Bibliotheken stellen eine äußerst hilfreiche Ressource dar. Am Ende geht es um mehr als nur ums Herunterladen: Die Szene lebt von Hilfsbereitschaft, Feedback und Austausch. ▲

Veronika Zenz



# Sägen mit Licht

CNC-Laser können mittlerweile mehr, als nur gezielt Holz-Oberflächen zu gravieren. Gute Modelle schaffen es heute, dünne Plattenwerkstoffe zu schneiden. Die optimale Voraussetzung, seine anfängliche Skepsis zu überwinden, findet unser Autor Timo Billinger.

In den letzten Jahren zieht immer mehr Technologie in die heimischen Werkstätten ein. Der Trend wird befeuert vom wachsenden Angebot, vorwiegend aus Fernost.

Der Purist fühlt sich davon vielleicht abgestoßen und auch ich habe lange gezögert. Aber wie so oft im Leben, schaden Berührungsängste nur dem, der sie nicht überwinden kann. In diesem Artikel zeige ich daher, wie sich ein CNC-Laser als "Lasercutter" schnell als nützlich erweist. Mit einem handfesten Beispiel, dem leidigen Thema Schubkastenordnung. Drei Dinge sind nötig, um Holz und vor allem dünne Plattenwerkstoffe mit Schrift und Grafiken zu gravieren (eher: zu brennen), diese zu trennen oder gar Verbindungen herzustellen:

› Der CNC-Laser, je nach Aufbau beziehungsweise Leistung ein Lasercutter oder Lasergravierer

› Einen Computer mit entsprechender Software

› Sicherheitsausrüstung samt Absaugung

Ein eigener Schrank mit Abdeckung (bei Nichtgebrauch) ist sehr empfehlenswert, um die Maschine vor Werkzeugstaub zu schützen (Bild 1).

### Qual der Wahl: der Laser

Schauen wir auf Geräte zum Holz-Lasern für die eigene kleine Werkstatt – es finden sich zwei relevante Arbeitsprinzipien. Das günstigere System sind die Dioden-Laser. Preis- aber auch leistungstechnisch geho-

ben sind die sogenannten CO<sub>2</sub>-Laser. Die Dioden-Laser sind in den letzten Jahren mit einer deutlich höheren Leistung auf den Markt gebracht worden.

Diese höhere Leistung lässt zum Gravieren auch Schneiden in einem gewissen Rahmen zu. Deutlich mehr Spielraum hat ein CO<sub>2</sub>-Laser, mit welchem mehr Materialarten graviert und auch größere Materialstärken geschnitten werden können. So funktioniert ein Dioden-Laser: Eine Halbleiterdiode erzeugt Licht, das in einem schmalen Strahl mit hoher Energiedichte gebündelt wird.

Der hier verwendete Laser kombiniert mehrere Dioden (Laser-Stacks) in einem Strahl, um die Leistung zu erhöhen. CO<sub>2</sub>-Laser nutzen dagegen ein Gasgemisch,



1 |



3 |



2 |

**EINSATZ-LAYOUT**

Generate a typetraffic from a layout file.

▼ Einstellung für Fingerzinken

Stil	barbs	style of the fingers
umliegende Fläche	2.0	space at the start and end in multiple of normal spaces
bottom_lip	0.0	height of the bottom lips sticking out (multiples of thickness) FingerHoleEdge only!
Kantenbreite	1.0	space below holes of FingerHoleEdge (multiples of thickness)
extra_length	0.0	extra material to grind away burn marks (multiples of thickness)
Zapfen	2.0	width of the fingers (multiples of thickness)
Bewegungsfreiraum	0.0	extra space to allow finger move in and out (multiples of thickness)
Abstand	2.0	space between fingers (multiples of thickness)
Breite	1.0	width of finger holes (multiples of thickness)

► Settings for the Lid

4 |

das durch Strom zum Leuchten angeregt wird. Das erzeugte Infrarotlicht wird über Spiegel zum Objekt geleitet.

Um die Wärme möglichst wenig in die angrenzenden Bereiche abzugeben, gibt es bei vielen Maschinen eine Einheit, die Kühlung in den Arbeitsbereich des Lasers transportiert. Damit werden auch beim Gravieren sehr saubere Ergebnisse erzielt. In diesem Artikel kommt ein Dioden-Laser Atomstack A 20 mit einer Laserleistung von 20 Watt zum Einsatz. Es geht hier jedoch nicht um diese Maschine – sondern darum, Ihnen die generelle Vorgehensweise zu zeigen. Die Schneidleistung hängt stark vom Material ab. Der günstigere und einfache Dioden-Laser wartet im Vergleich mit CO<sub>2</sub>-

Lasern mit weniger Schneidleistung auf. Je nach Hersteller variieren die Angaben.

Weiches Holz wie Pappel oder Fichte lässt sich in größerer Materialstärke schneiden als klassisches Hartholz. Bis-her habe ich an dieser Maschine bis zu 10-mm-Weichholz und sechs Millimeter starkes Hartholz geschnitten. Beim Di-oden-Laser wird die Verfahrgeschwindigkeit entsprechend reduziert, um mehr Materialstärke zu durchtrennen.

Eine weitere Variante sind mehrfache Schneiddurchläufe, um auf die gewünschte Materialstärke zu kommen. Je nach Sperrholz schafft ein Dioden-Laser drei bis sechs Millimeter in einem Durchgang. Bei CO<sub>2</sub>-Lasern können es auch zehn Millimeter oder mehr werden.

### Einfacher Rechner, spezielle Software

Der Anspruch an die Rechenleistung des Computers ist gering. Ein Laptop mit Maus ist perfekt, um schnell mal in der Werkstatt aufgestellt zu werden.

Die nötige Software für die Steuerung des Lasercutters hängt möglicherweise vom Hersteller des CNC-Lasers ab. Es gibt Hersteller mit eigener Software. Ganz allgemein gibt es freie Softwareprodukte (Freeware, also kostenlos) wie zum Beispiel „LaserGRBL“.

Eine sehr verbreitete Software ist „LightBurn“, die einmalig ab etwa 100 Euro kostet und die wir hier auch verwenden. Bei diesem Programm gibt es immer wieder Updates, die nach ►►►

# ► Werkstattpraxis

## ▼ TrayLayout Settings

h	50	Innere Höhe in mm (außer wenn Außenmaß markiert ist)
hi	30	Innere Höhe der Innenwände in mm (außer wenn Außenmaß markiert ist) (bleibt bei Null wenn Außenwände gleich hoch sind)
Außenmaß	<input checked="" type="checkbox"/>	treat sizes as outside measurements ⓘ
sx	50*3	sections left to right in mm ⓘ
sy	50*3	sections back to front in mm ⓘ
layout	<pre>,&gt; 60.00mm   ,&gt; 80.00mm     ,&gt; 120.00mm +---+---+         120.00mm +---+---+         40.00mm +---+---+         40.00mm +---+---+</pre>	

- Set **sx** and **sy** before editing this!
- You can still change measurements afterwards
- You can replace the hyphens and vertical bars representing the walls with a space character to remove the walls.
- You can replace the space characters representing the floor by a "X" to remove the floor for this compartment.
- Resize text area if necessary.

5 |

## ▼ Standardeinstellungen

Stärke	3.0	thickness of the material (in mm) ⓘ
Format	svg	format of resulting file ⓘ
Laschen	0.0	width of tabs holding the parts in place (in mm)(not supported everywhere) ⓘ
qr_code	<input type="checkbox"/>	Add a QR Code with link or command line to the generated output
debug	<input type="checkbox"/>	print surrounding boxes for some structures ⓘ
labels	<input checked="" type="checkbox"/>	label the parts (where available)
Referenz	100.0	print reference rectangle with given length (in mm)(zero to disable) ⓘ
inner_corners	loop	style for inner corners ⓘ
burn	0.1	burn correction (in mm)(bigger values for tighter fit) ⓘ

[Erzeuge](#) [Download](#) [Save to URL](#) [QR Code](#)

6 |

Zoom: [-](#) [+](#) [Reset](#)



7 |

einer gewissen Zeit bezahlt werden müssen, aber für den Weiterbetrieb nicht nötig sind.

### Schutzausrüstung muss sein

Laserstrahlung ist für die Augen sehr gefährlich und zudem eine Brandgefahr! Lassen Sie sich jetzt aber bitte nicht entmutigen. Viele Hersteller bieten gut gekapselte Geräte an, die dadurch beide Risiken eindämmen. Soll eine Kapselung in Eigenregie erfolgen, muss auf den Strahlungsschutz und die Brandgefahr geachtet werden.

Beim Lasergravieren oder -schneiden, vor allem von Holzwerkstoffen, entstehen Rauchgase in größeren Mengen. Es gibt auch dafür technische Lösungen wie Fil-

teranlagen, aber beim Heimbetrieb sollte eine gute Werkstattbelüftung genügen. Grundsätzlich sollte ein Laser nicht unbeforscht im Betrieb sein!

### Perfekter Helfer aus Bamberg

Wie genau läuft das In-Form-Lasern von dünnen Plattenwerkstoffen nun ab? Ich will die Unordnung einer Werkstattschublade mit Hilfe des CNC-Lasers beseitigen (Bild 2). Eine Schublade mit Unordnung ist schnell gefunden und wird gesichtet. Dabei wird alles einmal entnommen und sortiert. Hierbei entstehen die ersten Lösungsansätze und ein Plan reift heran (Bild 3).

Es fehlen noch das Material und eine entsprechende Datei zum Lasern.

Als Material kommt HDF (Hochdichte Faserplatte) mit einer Materialstärke von drei Millimetern zum Einsatz, die in vielen Baumärkten vorrätig ist. Die Datei erzeuge ich kostenfrei auf der Webseite des Hackerspace Bamberg: <https://boxes.hackerspace-bamberg.de/> Auf dieser Open-Source-Internetseite finden sich unglaublich viele Vorlagen zum Lasern. Diese Vorlagen lassen sich auf die individuellen Größen anpassen.

Ich arbeite hier mit einer Vorlage für einen ordnenden Schubladen-Einsatz, die ich nach meinen Bedürfnissen anpasse. Diese Vorlage findet man sowohl unter der Ansicht „Gallery“ als auch im „Menu“-Bereich „Schalen und Schubladeneinlagen“ unter der Bezeichnung „Einsatz-Layout“.

In der Vorlage sind eine Menge Werte voreingestellt, die man als Einsteiger so stehen lassen sollte. Hier aber können Sie individuell anpassen (Bild 4): Die Vorlage verbindet alle Teile mit Fingerzinken und mit Stemmzapfen, was zu einer sehr guten Stabilität beiträgt.

1. Mit dieser Einstellung beginnen wir. Unter dem Menüpunkt: „Einstellung für Fingerzinken“ stellen wir bei „Stil“ die Variante „bars“ (Widerhaken) ein. Der Laser schneidet kaum sichtbare Häckchen an die Fingerzinken und Zapfen. Die

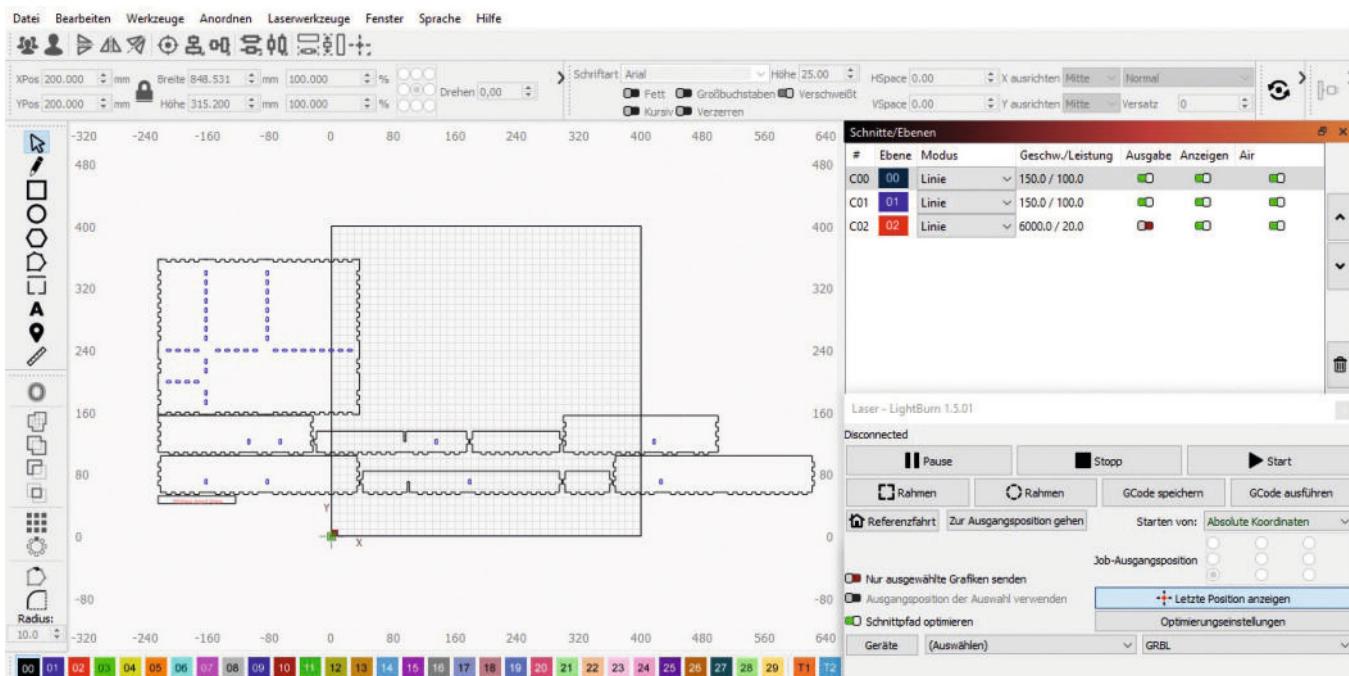
ausgeschnittenen Bauteile können so mit Weißleim verklebt werden und halten ohne Zwingendruck, was bei einer Materialstärke von drei Millimetern sehr sinnvoll ist.

2. Unter dem Menüpunkt „Tray-Layout Settings“ (Bild 5) werden die geometrischen Punkte abgehandelt.

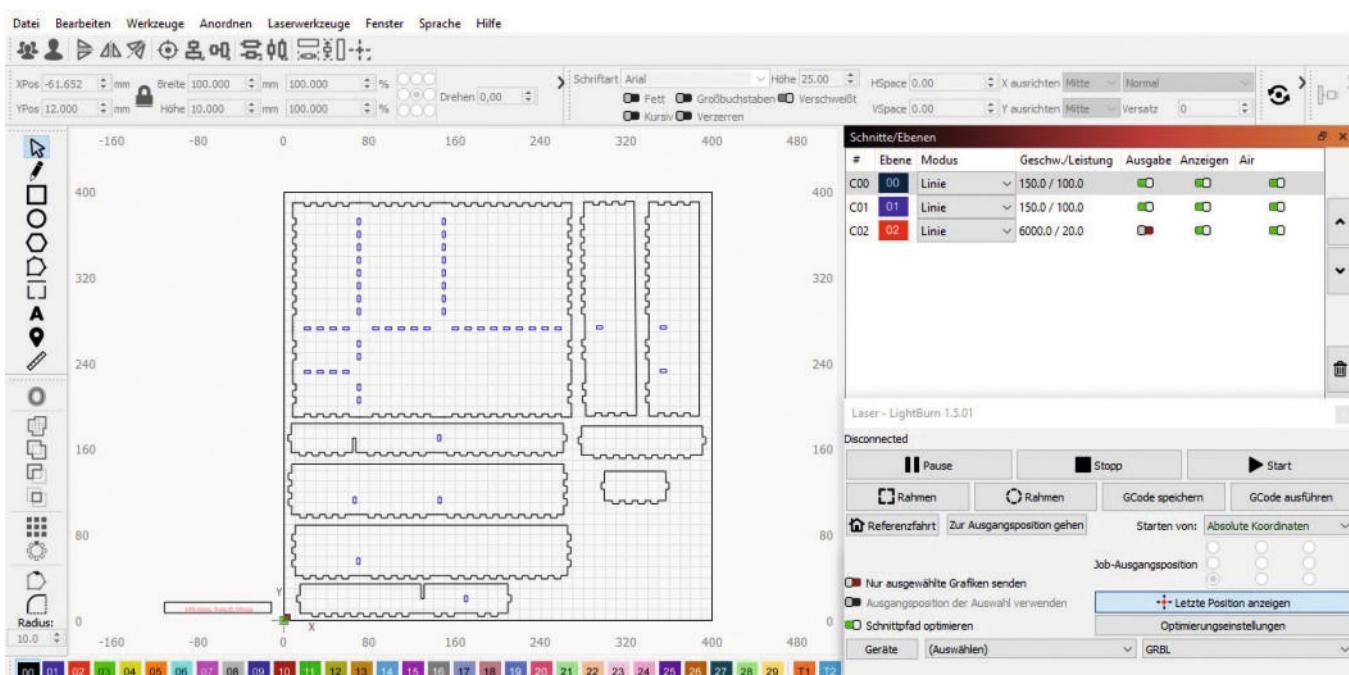
- In der Zeile „h“ wird die Höhe des Einsatzes festgelegt.
- In Kombination mit der Zeile „hi“ kann die Höhe im Einsatzinneren verändert werden. Dies haben wir in diesem Artikel auch gemacht. Dadurch lassen sich

im Inneren bessere Greifbarkeit oder auch innenlaufende, zusätzliche Einsätze umsetzen.

- In den Zeilen „sx“ und „sy“ stellen Sie das Grundraster ein. Die erste Zahl gibt die Höhe der Zeile bzw. die Breite der Spalte an. Die zweite Zahl legt die Anzahl der Zeilen bzw. der Spalten fest. Die erste Zahl kann man getrost vernachlässigen, siehe folgender Punkt.
- In der Zeile „layout“ kommt der eigentliche Wert dieser großartigen Vorlage zum Tragen. Die Werte können hier ►►►



8 |



9 |

# ► Werkstattpraxis

manuell verändert werden. Bitte beachten: Jeder Wert rechnet einmal eine Wandstärke mit. Die Addition aller Werte gibt somit das jeweilige Außenmaß an.

e. In dem Strichraster kann beliebig verändert werden. Die gewünschte Stelle wird angeklickt und durch das Löschen der einzelnen Zeichen, bzw. mit Ersetzen durch Leerstellen, werden größere Bereiche möglich.

3. Unter dem Menüpunkt „Standardeinstellungen“ (Bild 6) kann man weitere Einstellungen vornehmen.

a. In der Zeile „Stärke“ muss die Materialstärke eingetragen sein. In unserem Beispiel passt die Voreinstellung sehr gut zum HDF.

b. In der Zeile „Format“ wird das Dateiformat eingestellt. Die Software zum Betrieb des Lasers muss das Dateiformat lesen können. LightBurn kann das Format „svg“ lesen und muss daher auch nicht geändert werden. Möglicherweise muss das mit der jeweils verwendeten Software getestet werden.

c. In der Zeile „burn“ wird der Versatz des Lasers zur Schnittkante eingestellt, im Falle der Verbindung also die Passung der Fingerzinken und Stemmzapfen. Wenn man auf das eingekreiste „i“ drückt, wird eine Erklärung dazu gegeben. Änderungen sollten hierbei in kleinen Schritten vorgenommen werden.

## Feinarbeiten und Anpassungen sind immer mal nötig

In der Praxis empfiehlt sich hier eine Anpassung an der zweiten Kommafelde. Meine Empfehlung: zwei kleine Teile auslasern und diese zusammenstecken. Durch die Zähne sollten diese sich selbst ohne Kleber halten. Diese Presspassung ist das Ziel. Fällt es auseinander, muss ein größerer Wert eingegeben werden. Brechen die Zähne ab, muss der Wert verkleinert werden.

d. Änderungen werden entweder in der Vorschau rechts angezeigt (Bild 7) oder man drückt den Button „Erzeuge“, um das Schnittraster in einem neuen Tab anzusehen.

Wenn alles soweit passt, drückt man den Button „Download“ und erhält eine fertige Datei zum Lasern.

4. In der Software „LightBurn“ wird die heruntergeladene Datei geöffnet. Vorausgesetzt wird im Folgenden: Der CNC-Laser ist in der Software mit seiner Bearbeitungsfläche hinterlegt und ist durch die Software auch „ansprechbar“.



10 |



11 |



12 |



- a. Unter „Datei“ wird unter „öffnen“ die heruntergeladene Datei geöffnet (Bild 8).
- b. Die einzelnen Teile werden angeklickt und auf die Bearbeitungsfläche gezogen (Bild 9).
- c. Das Verschieben kann im markierten Zustand unter Drücken der linken Maustaste erfolgen.
- d. Feinere Bewegungen erfolgen über die Pfeile an den Achsen in die entsprechende Richtung.
- e. Das markierte Teil kann auch gedreht werden. Das ist manchmal sehr nützlich, um möglichst wenig Verschnitt zu produzieren.
- f. Wer viel mit einem Laser arbeitet, wird sich verschiedene „Rezepturen“ aufbauen. Die grundlegenden Parameter beim CNC-Laser ist die Verfahrgeschwindigkeit und die Ausgabeleistung des Laserstrahls. Beim Schneiden ist im Vergleich zum Gravieren die Geschwindigkeit in der Regel langsamer und die Leistung höher. Viele Hersteller bieten Vorschlagsparameter an. In der Praxis empfiehlt sich ein Ausprobieren.

- g. Bevor der Laserkopf seine eigentliche Arbeit beginnen kann, ist ein korrektes Ausrichten der Höhe, also der Abstand des Laserkopfes zum Werkstück, notwendig. Bei günstigeren Modellen wird das mechanisch eingestellt, hochwertigere Maschinen haben dafür eine integrierte Messeinrichtung. Mit dem Button „Rahmen“ fährt der Laserkopf die Außenkonturen ab. Somit lässt sich überprüfen, ob das Werkstück korrekt positioniert ist.
- h. Mit dem Button „Start“ nimmt der Laser seine Arbeit auf und schneidet die Konturen aus dem HDF aus.

### Gelaser und dabei gehärtet

Die ausgeschnittenen Bauteile können aus der Maschine entnommen (Bild 10) und nun verklebt werden (Bild 11). Die Fingerzinken finden sich auch an den Böden wieder, die Trennwände erhalten Stemmzapfen und dadurch wird es sehr stabil.

Mit dieser Vorlage sind der Fantasie klare Grenzen gesetzt, aber es gibt dennoch eine große Varianz an Möglichkei-

ten, solange sie eckig sind. Das Ergebnis kann sich sehen lassen (Bild 12). Der eingesetzte Dioden-Laser hat einen Arbeitsbereich von 400 mm x 400 mm. Durch das Herstellen von mehreren Einsätzen in der gleichen Breite konnte ich den wesentlich tieferen Schubkasten voll füllen (Bild 13). Die „verbrannte“ Schnittkante lässt die Kante härter werden im Vergleich zu einem Sägeschnitt, was in der Handhabung auch Vorteile aufweist.

Endlich Ordnung: Sehr viele Schubladeneinsätze lassen sich auf diese Weise in kurzer Zeit fertigen. Und wenn Sie dann richtig Feuer gefangen haben, bieten sich noch viele weitere Projekte an. ▲



**Timo Billinger** hat ein Faible für sehr alte Werkzeuge. Und für sehr neue. Der Lasercutter jedenfalls hat seit einiger Zeit einen festen Platz in seiner Werkstatt.



# Stellmotoren vs. ruhige Hand

So, einmal die Probe aufs Exempel: Was geht nun einfacher? CNC oder Fräsen mit Schablonen?

Eine kleine Schale dient hier als Versuchsobjekt.

**K**leine Holzschalen aus Massivholz sind ein Hingucker. Und sie sind schlicht praktisch: Sei es, um darin Kleinigkeiten abzulegen wie Schmuck am Nachttisch, Schlüssel im Flur oder Knabberzeug beim Fernsehen. Auch Speisen und Beilagen bei einem leckeren Essen setzen sie gekonnt in Szene.

Ohne Drechselbank und vor allem auch bei eckigen Formen ist ihre Herstellung aber nicht ganz einfach: Das Material muss aus dem Inneren der Schale herausgearbeitet werden, ohne den Rand zu beschädigen. Die Fräse ist hier die Allzweckwaffe schlechthin. Dank ihrer Tauchfunktion können Sie das Holz in der

Fläche entfernen. Spannend ist dabei, wie Sie die Fräse bewegen: Das geht einmal von Hand, geführt von Schablonen und Kopierringen. Oder automatisch mit einer CNC-Fräse.

Bei der Gestaltung geht es um Eleganz, ohne sich zu verkünsteln: Die inneren Ecken der Schale sollen gerundet sein. Der



**1** Beim Fräsen der Schale wird erst das Innere der Schale ausgefräst. Daher kommt hier die Schablone 1 zum Einsatz. Der grundschneidende Fräser taucht hier 6 mm tief in das Material ein.

Übergang vom Boden zu den Seitenwänden ist mit einem 6-mm-Radius gekehlt. Bei beiden Verfahren werden die Vertiefungen und die Auskeh lung in drei Arbeitsschritten erstellt. Der erste Arbeitsschritt entfernt das Innere der Schale auf voller Breite und Länge bis auf eine Tiefe von 6 mm. Beim zweiten Arbeitsschritt wird diese „Tasche“ um sechs weitere Millimeter vertieft. Dabei bleibt jetzt aber umlaufend am Rand eine Stufe von 6 mm Höhe und Breite stehen. Als dritter Schritt wird diese Stufe dann mit einem Halbkugelfräser zu einer geschmeidigen Hohlkehle zwischen Wand und Boden gefräst.

Für das Fräsen mit der Handoberfräse muss dafür eine präzise Schablone erstellt werden, an der die Kopierhülse mit dem rotierenden Fräser entlanggeführt werden kann. Der Abstand zwischen Schablone und Hülse muss exakt berechnet werden, und auch die Frästiefe muss je nach Ar-

beitsschritt peinlich genau ausgerichtet sein. Anschließend soll auch die Außenform aus dem massiven, 15 mm starken Holz gefräst werden. Das geht dann mit einer zweiten Schablone. Klar, das wäre mit Bandsäge und Co. einfacher, aber für den Vergleich wenig aussagekräftig.

#### Erst die Tasten, dann das Holz

Wird zum Erstellen einer solchen Schale eine CNC-Fräse genutzt, passiert die meiste Arbeit vorab am Computer. In einem CAD-Programm werden drei Vektoren gezeichnet. Diese geben exakt die Fahrwege des CNC-Fräzers vor. Der erste Vektor ist ein Rechteck (100 x 190 mm) für die Außenform. Darin liegen, mit einem Abstand zur Außenform, zwei Quadrate (Vektor 2, 80 x 80 mm, 6 mm Frästiefe) für die Innenform. In diese Quadrate wird je ein weiteres Quadrat mit den Maßen 68 x 68 mm (Frästiefe 12 mm) mittig gezeichnet (Vektor 3). ►►



**2** Beim zweiten Fräsdurchgang wird das Innere der Schale auf 12 mm Tiefe gefräst. Damit eine 6x6-mm-Stufe für die Hohlkehle stehenbleibt, kleben Sie an der Schablonen-Innenseite 6-mm-Streifen ein.

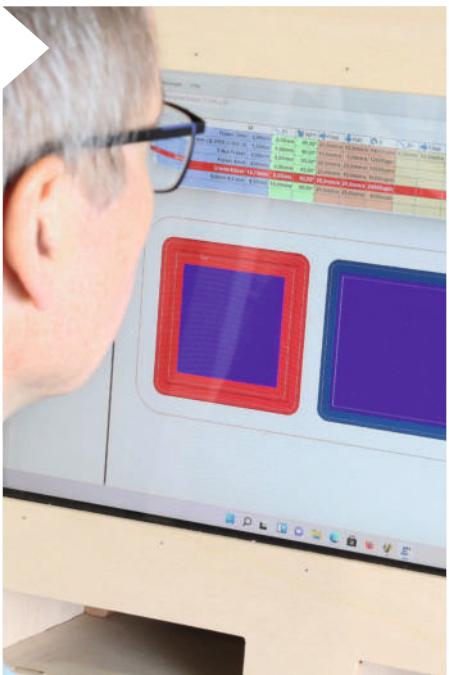


**3** Wenn die Schale auf 12 mm Tiefe ausgefräst ist, entfernen Sie die kleinen Hölzer wieder von den Innenkanten der Schablone. Mit einem 12-mm-Halbrundfräser fräsen Sie nun die Hohlkehle im Übergang von Boden zur Wand.



**4** Kleben Sie Schablone für die Außenseite mittig auf die beiden gefrästen Taschen und fahren Sie die Schablone stufenweise immer tiefer von außen ab. Resthölzer in Schablonendicke (Pfeile) verhindern ein Kippen.

Fotos: Christian Kruska-Kranich



5 | Bei der Erstellung der Schale per CNC-Fräse wird diese in einem CAD-Programm gezeichnet. In dem CAM-Programm der CNC-Fräse legen Sie die Fräswerte für die Taschen, die Kehle und die Außenbahn fest.



6 | Nachdem das Holz auf eine Opferplatte unter der Fräse mit Schrauben fixiert ist, ist auch hier das Ausfräsen der Taschen der erste Schritt. Zuerst wird hier ein umlaufender Ring von 6 mm Tiefe gefräst.



7 | Schließlich bringt der gleiche Fräser (4 mm Durchmesser) die Tasche auf Endtiefe von 12 mm. Die Fräser beim CNC-Fräsen müssen zwingend den gleichen Durchmesser haben; die Differenz gleicht das CAM-Programm aus.

Diese Unterteilung ist nötig, um auch hier wieder die 6 x 6-mm-Stufe stehen zu lassen, die später noch zur Hohlkehle wird. Dafür wird dann noch mal die Form von Vektor 2 gefräst, dieses Mal aber mit einer Tiefe von 12 mm und einem Halbrundfräser.

Wer mit CAD-Programmen vertraut ist, wird eine solche Zeichnung schnell anfertigen können. Danach heißt es nur noch: Alles unter der CNC-Fräse arretieren und losfräsen.

Im Vergleich ist die CNC-Frässung einfacher. Auch eine kleine Serie geht dabei viel schneller von der Hand. Außerdem schließt sie viele Fehlerquellen aus, besonders beim Platzieren der Schablonen. Bei Geschwindigkeit und Einfachheit also ein Punktspiel für die automatisierte Variante.

Beim Ergebnis gibt es aber keine eindeutige Antwort: Beide Schalen können sauber ausgearbeitet werden. Etwas Schleifarbeiten steht in beiden Fällen noch an.

Was die Herausforderung angeht: Man verbringt für die CNC-Variante die meiste Zeit am Rechner statt an der Hobelbank. Ob das gefällt, ist von den eigenen Vorlieben abhängig. Gerade für CNC-Einsteiger ist so eine kleine Schale aber ein spannendes Projekt! ▲

*Christian Kruska-Kranich*



8 | Der Fräser wird nun gewechselt. Es kommt der Halbrundfräser mit 12 mm Durchmesser zum Einsatz. Er fährt jetzt noch einmal die äußere Kontur des Quadrates (Vektor 2) ab, dieses Mal aber mit einer Tiefe von 12 mm. So wird aus der Stufe die Hohlkehle.



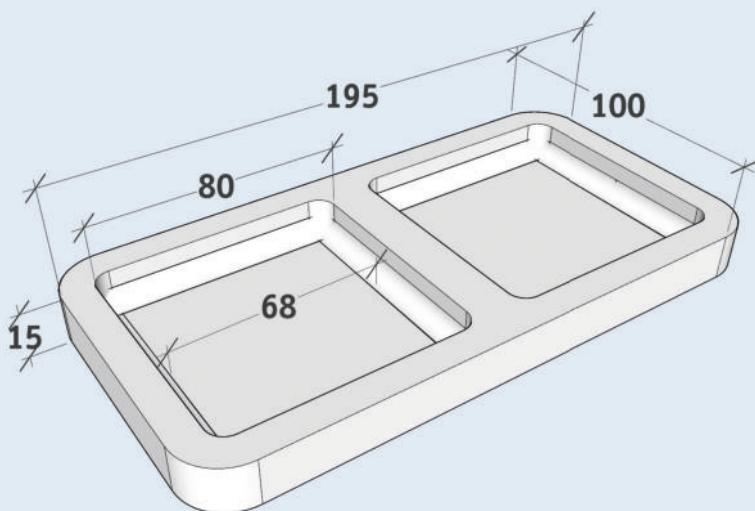
9 | Nach einem erneuten Wechsel des Fräzers auf den Nutfräser legt dieser die Außenkontur in mehreren Bahnen.



**10** Nach etwa einer Viertelstunde (inklusive zweifachem Fräserwechsel) ist die Schale fertig CNC-gefräst. Schneller und präziser als mit einer CNC-Fräse können Teile nicht erstellt werden.



**11** Die beiden Schalen im Vergleich. Dass sie auf zwei grundverschiedenen Wegen hergestellt wurden, sieht man ihnen kaum an.

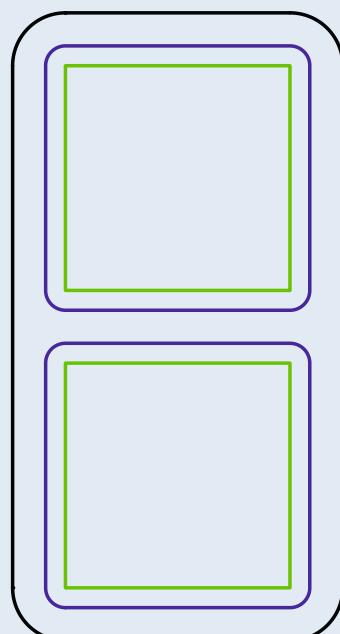


Maße der Schale

Vektor 1

Vektor 2

Vektor 3



Übersicht über die einzelnen Vektoren im CAD-Programm



# Diese CNC wächst mit

Wer sich dafür entscheidet, die Werkstatt mit einer CNC-Fräse auszurüsten, steht vor der Qual der Wahl. Die preisliche (und qualitative) Spannbreite der angebotenen Maschinen reicht von nur wenigen hundert Euro teuren Fernost-Maschinen bis hin zu semiprofessionellen Varianten, die schon mal fünfstellige Summen kosten.

In Belgien war man bei der Firma Mekanika mit beiden Varianten nicht zufrieden. Mit der Fräse „Evo“ haben die Entwickler deshalb dort eine CNC-Fräse geschaffen, die sich an preisbewusste Einsteiger richtet. Der (relativ) günstige Preis – die kleinste Evo kostet etwa 3.500 Euro (Discovery Pack inklusive Fräse) – ergibt sich durch eine modulare Bauweise. So kann man klein anfangen und bei Bedarf immer noch aufrüsten.

Die Fräse wird in Belgien aus Standard-Teilen zusammengebaut. Die Hersteller versprechen so eine einfache und schnelle Reparaturmöglichkeit und werben außerdem mit einer „Open-Source“-Struktur: Erweiterungen, Verbesserungen und auch schlicht der Austausch

### Komplett modular aufgebaut

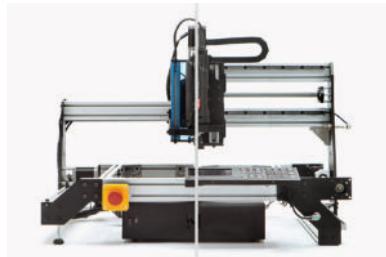
von Komponenten sollen dem Nutzer so schnell und einfach möglich sein. Dafür sind die Bestandteile der Fräse weder verklebt noch verschweißt. Dieser modulare Aufbau ist offenbar kein reines Marketingversprechen, sondern brachte der Evo auch den „German Design Award 2025“ ein.

Die einzelnen Komponenten der Maschine sind tatsächlich gängige und weit verfügbare Einzelteile: Die Brüsseler Entwickler haben schlüssig alles schlau kombiniert. Herausgekommen ist eine CNC-Fräse, die in der kleinsten Variante (Mekanika Evo S) Material bis zu 630 x 630 mm mit einer maximalen Höhe von 100 mm bearbeiten kann. Die Geschwindigkeit liegt dabei bei bis zu 20.000 mm pro Minute – abhängig von Material und Fräsaufgabe.

Die Maschine arbeitet bis auf zwei Zehntelmillimeter genau – was aus unserer Sicht beim Naturwerkstoff Holz mehr als ausreichend ist. Mekanika verspricht, dass die Fräse mit allen gängigen CAM-Programmen genutzt werden kann; als Schnittstelle dienen dafür WLAN, Bluetooth oder ganz simpel eine Ethernet-Kabelverbindung. Die Maschine selbst kann darüber, wenn sie erst mal mit den Daten gefüttert ist, über ein Bedienfeld samt kleinem Bildschirm gesteuert werden. Bestückt ist die Mekanika mit einer 1.400 Watt-Fräseinheit.

Insgesamt ist das Konzept der Mekanika Evo spannend und aus unserer Sicht gerade für Einsteiger in das Thema sinnvoll. Denn wenn man auf den Geschmack des digitalen FräSENS gekommen ist, gibt es von Mekanika auch noch die größere „Pro“-Variante mit mehr Funktionen und höherer Fräse-Geschwindigkeit. Die kann man entweder komplett kaufen – oder seine bestehende Evo mit einem Umbausatz upgraden.

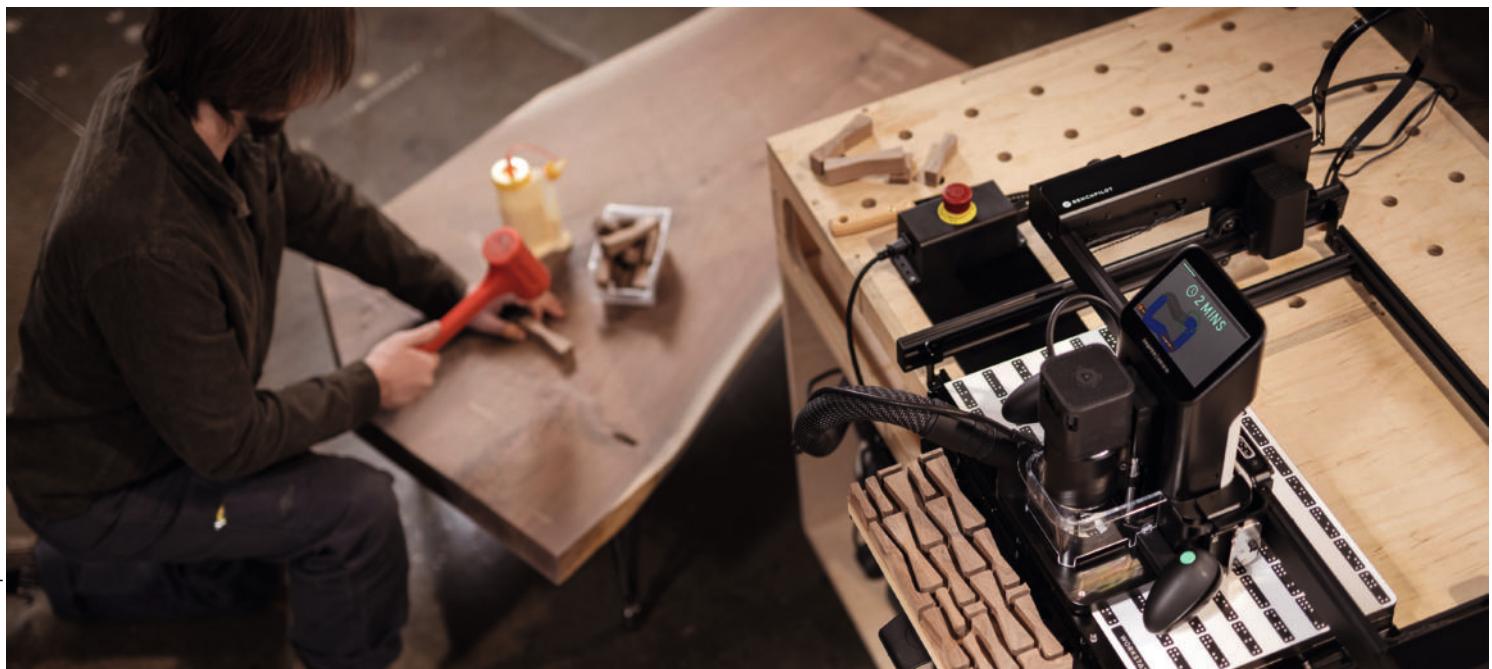
**Mehr Infos:** [www.sautershop.de](http://www.sautershop.de)



Bilder: Mekanika

Die Positionierung der Fräseinheit läuft präzise auf Keilrillenrädern. Die Maschine arbeitet so bis auf 0,2 Millimeter genau.

Mit dem Umbau-Kit rüsten Sie die Evo zur Pro-Variante auf. Das Set kostet knapp 4.000 Euro.



# Wie von Geisterhand – hoch zwei

Fräsen von Hand mit computergestützter Führung – so könnte man die Technik der Shaper Origin beschreiben. Man muss die Maschine nur grob in die Richtung bewegen, in die gefräst werden soll. Den genauen Pfad des eigentlichen Fräzers steuern und korrigieren kleine Stellmotoren permanent. Wir haben die Maschine mit ihren Vor- und Nachteilen bereits in **HolzWerken** 84 und 85 vorgestellt.

Seitdem hat sie sich auf dem Markt etabliert.

Allerdings ist der Vorschub bei der Shaper Origin nach wie vor händisch: Wird die Fräse nicht von Muskelkraft über das Holz bewegt, passiert gar nichts – Korrekturen hin, Stellmotoren her. Gerade bei sich wiederholenden Arbeitsschritten kann das schon mal langweilig werden. Und vor allem wertvolle Werkstattzeit verbrauchen, die man anderweitig besser nutzen könnte.

Auf der Messer „Ligna“ in Hannover hat Shaper in diesem Jahr eine Lösung präsentiert, den „BenchPilot“. Dabei handelt es sich um eine Führung, mit der die Shaper Origin automatisch bewegt wird. So wird aus der Handoberfräse eine „echte“ CNC-Fräse. Dadurch, dass der Fräser hier nun doppelt geführt wird – einmal über die Motoren des BenchPilot und über die sowieso schon vorhandenen Korrektur-Motoren der Fräse – soll ein extrem genaues Arbeiten möglich sein.

Die Vorteile dieses kombinierten Systems liegen auf der Hand: Besitzt man die Shaper Origin schon, muss man „nur noch“ die 1.500 Euro für den Benchpilot zahlen und hat eine richtige CNC-Fräse. Wer mit der Software der Shaper Origin vertraut ist, muss außerdem nicht umlernen und sich erst in spezielle CNC-Programme einführen. Das heißt auch: Eigene Designs, die Shaper-Bibliothek oder auch selbst erfasste Konturen (zum Beispiel mit dem Rahmen Shaper Trace, wie in **HolzWerken** 113 vorgestellt) sind direkt als CNC-Fräsungen möglich. Außerdem erfolgt die Bedienung weiterhin über das Display der

## Doppelt geführte CNC

Shaper Origin. Der Anschluss eines Laptops oder weitere Software sind nicht nötig. Arbeitsfortschritt, verbleibende Zeit; all das ist direkt im kleinen Display abgebildet.

Interessant ist auch, dass der BenchPilot mit der Shaper Workstation kombiniert werden kann – einer Vorrichtung, die Fräslinien im Hirnholz ermöglicht. Das macht dann zum Beispiel das automatisierte Fräsen langer Reihen von Zinken oder anderen Verbindungen im Autopiloten-Modus möglich.

Aber wo Licht ist, ist auch Schatten: Natürlich ist man mit dem BenchPilot markengebunden. Trennt man sich von der Shaper Origin – oder ist diese defekt – ist auch der BenchPilot nicht mehr zu gebrauchen. Auch die maximale Werkstückgröße von 280 x 460 mm ist nicht allzu beeindruckend. Und schließlich ist der attraktive Preis für eine komplette CNC-Fräse auch nur dann verlockend, wenn man vorher schon die rund 3.800 Euro in die Shaper Origin investiert hat.

**Mehr Infos:** [www.shapertools.com](http://www.shapertools.com)



In Kombination mit der „Workstation“ kann auch ganz automatisch im Hirnholz gefräst werden.

# ► Neues für die Werkstatt

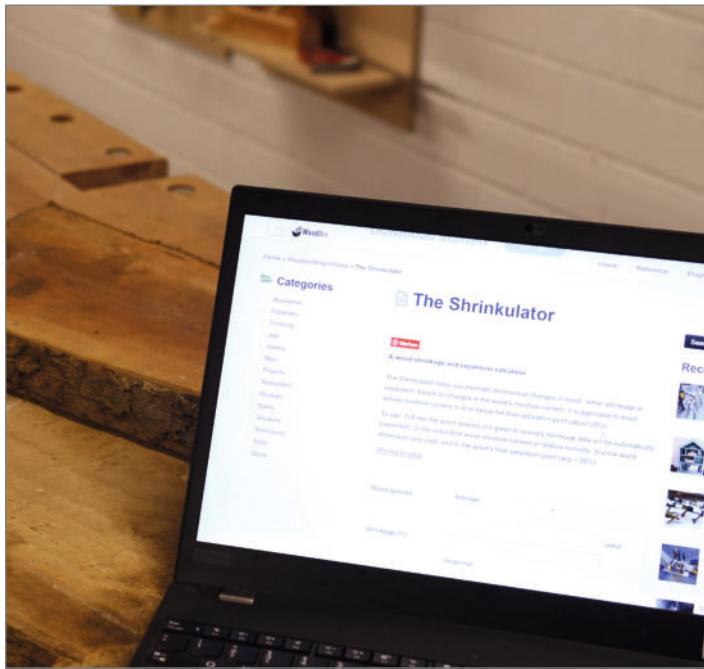


Bild: Firma Festool

## Rechner für Spezialaufgaben

Es gibt in der Werkstatt immer wieder Situationen, in denen man mit Zahlen hantieren muss. Und damit meinen wir keine einfache Maßberechnung, sondern komplexeres Tischler-Wissen. Dafür haben auch die Profis technische Nachschlag-Werke. Wer seine Möbel aber nicht in Serie baut, wird die kaum besitzen.

Unsere Autorin Veronika Zenz ist für solche Fälle aber auf eine interessante Seite mit spannenden Rechnern gestoßen. Unter [www.woodbin.com/calcs](http://www.woodbin.com/calcs) finden Sie diese kleinen, kostenlosen Helfer. Dankenswerterweise kann man hier in der Regel mit metrischen Maßen sowie Gramm und Kilogramm hantieren, auch wenn es eine amerikanische Seite ist.

Besonders spannend ist aus unserer Sicht der „Drawer Sizer“: Hier können Sie Ihre konkreten Möbelmaße angeben und bekommen dann – nach drei wählbaren Standards – die richtige Höhe und Breite der Schubladen berechnet. Auch andere Rechner liefern

**Komplexe Formeln schnell verarbeitet** schnell spannende Informationen: Der „Sagulator“ ermittelt je nach Holzart, Dimensionen und Belastung, wie stark ein Regalbrett durchhängt. Der „Shrinkulator“ zeigt, wie stark einzelne Holzsorten beim Trocknen schwindet. Der „Moistulator“ berechnet in Sekundenbruchteilen die ideale Holzfeuchte je nach Umgebungstemperatur und Luftfeuchte, um ein Arbeiten des Holzes zu minimieren.

Auch wenn die Namensfindung etwas zum Schmunzeln einlädt, lohnt sich ein Besuch auf der Seite. Neben der reinen Berechnung gibt es hier nämlich auch das Hintergrundwissen, wie diese Zahlen ermittelt werden und welche Rolle sie spielen.

**Mehr Infos:** [www.woodbin.com/calcs](http://www.woodbin.com/calcs)



## Aus eins macht zwei

Die Steckdose an Saugern mit Anschalt-Automatik ist ja so verlockend: Man hat immer einen Anschluss in der Nähe, wenn der Staubsauger in Reichweite ist. Besonders auf Baustellen oder in anderen Situationen mit wenigen anderen Steckdosen ist das vielversprechend. Nur: So ganz „normal“ tickt diese Dose ja nicht. Sobald ein Verbraucher angeschaltet wird, geht der Sauger mit an.

**Sehr smarte  
Doppelsteckdose**

Festool hat für seine neuen Sauger (CT 26/36/48 EI) ab Baujahr 2025 deshalb jetzt eine Erweiterung im Programm: Das Steckdosenmodul SD I-CT 26-48 liefert auch dann Dauerstrom, wenn der Sauger nicht arbeiten soll. Die Installation dieser Erweiterung ist denkbar einfach: Am Gehäuse des vorhandenen Saugers montieren, in die Einzelsteckdose einstecken – fertig. Dabei haben die Entwickler darauf geachtet, dass sich auch bei der Verwendung der Zusatz-Dose Stecker, Schlauch und Kabel nicht in den Weg kommen. Mit nur 160 x 122 x 85 mm ist das Modul auch angenehm klein. Nach der Montage des SD I-CT 26-48 verfügt der Sauger dann über jeweils einen Steckplatz für die Automatik-Funktion des Saugers und einen mit „normaler“ Steckdose. Außerdem beherbergt das kleine Kästchen eine Bluetooth-Schnittstelle. Diese stellt sicher, dass sich der Sauger auch weiterhin anschaltet, wenn mit entsprechend verbundenen Akku-Geräten gearbeitet wird. Die rund 190 Euro für das Modul sind zwar kein ausgesprochenes Schnäppchen, können aber gerade auf Baustellen viel Frust und Rennerei ersparen.

**Mehr Infos:** [www.festool.de](http://www.festool.de)



# Perfekt gelasert

Eigentlich muss man wohl keinem Holzwerker erklären, dass Holz nicht gleich Holz ist. Allerdings gilt die gleiche Aussage auch für Holzwerkstoffe wie Sperrholz. Hier wird aber viel seltener auf Unterschiede eingegangen. Dabei sollte man in Puncto Material, Lagen, Verklebung schon genauer hinschauen. Das gilt insbesondere auch beim Lasercutting (siehe dazu auch Seite 50). Gerade bei den feinen Konturen, die dort entstehen, muss das Material sauber verklebt sein, damit wirklich knackscharfe Kanten entstehen.

Die österreichische Firma Wood4Pros hat vor einigen Jahren festgestellt, dass es nicht leicht ist, passende Holzwerkstoffe in kleinem Format zu bekommen. Wer als Privatanwender nicht unbedingt mehrere Quadratmeter im Großhandel kaufen wollte, musste fürs Lasercutting hier mit „normalem“ Sperrholz aus dem Baumarkt Vorlieb nehmen. Inklusive Astlöchern, Füllstellen und oft minderwertiger Mittellagen und schwankender Holzfeuchte. Außerdem sind die genutzten Kleber beim starken Erhitzen schlecht für die Gesundheit.

All das soll gutes, lasertaugliches Holz nicht haben. Die Gründer von Wood4Pros – ein Brüderpaar aus Oberösterreich – haben deshalb „lasertaugliches“ Holz nicht nur auf kleinere Abschnitte skaliert. Sie versprechen außerdem unter anderem eine homogene Struktur, einen möglichst schmauchfreien Schnitt ohne die Freisetzung von Giftstoffen und eine gleichmäßige Holzfeuchte in allen Lagen. Außerdem ist das Material sehr maßhaltig. Das spielt insbesondere bei Lasergravuren eine Rolle, da hier der Abstand zwischen Laser und Oberfläche nicht variieren darf.

Interessant ist außerdem die für Sperrholz recht breite Auswahl an (Echtholz-)Dekoren. Jenseits der hellen, bekannten Pappel- oder Birkenoberflächen bietet Wood4Pros als Deckschicht unter anderem

## Sperrholz mal in edel

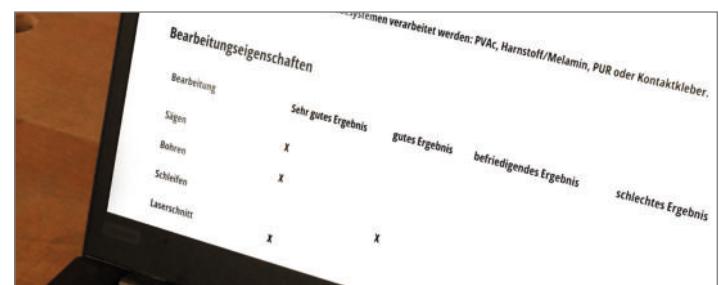
Kirsch-, Nuss- oder Eichenfurnier an. Auch beim Trägermaterial besteht eine Auswahlmöglichkeit, es muss nicht immer klassisch aufgebautes Sperrholz sein. So kann unter anderem auch HDF oder Vlies auf den Schnitt-Tisch des Lasers kommen. Von massiven Platten bis zu flexiblen, kartonartigen Material ist hier vieles möglich.

Um in der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten nicht unterzugehen, ist auf der Webseite eine Einschätzung der Verarbeitungsmöglichkeiten zu finden.

Und hier scheint es nicht nur um einen „alles-ist-toll“-Marketing-Stunt zu gehen. Es wird auch offen kommuniziert, was mit einzelnen Kombinationen zum Beispiel nicht möglich ist.

Wer – übrigens auch als Holzwerker ohne Lasercutter – auf der Suche nach besonderem Plattenmaterial ist, sollte deshalb der Webseite aus Österreich aus unserer Sicht einmal einen Besuch abstimmen.

**Mehr Infos: [www.wood4pros.com](http://www.wood4pros.com)**



Erfrischend ehrlich: Die Bearbeitungsmöglichkeiten werden transparent erklärt. Etwas Subjektivität muss man den Betreibern der Seite dabei aber sicherlich zugestehen.

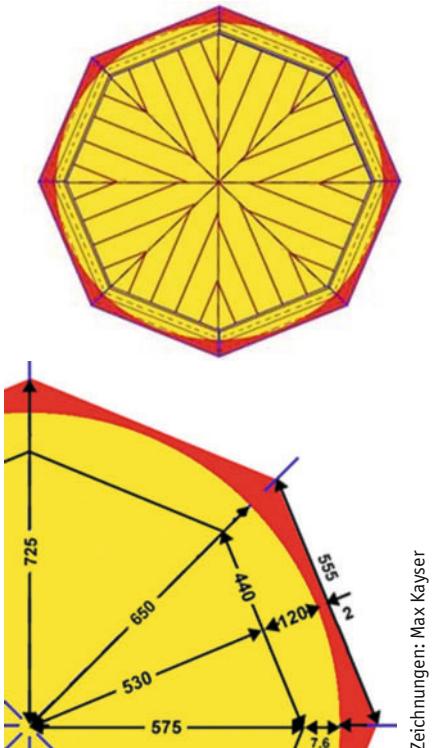
# Post

## ✉ Ausrüstung für Drechselanfänger

Ich bin am überlegen, mir eine Drechselbank zuzulegen. Nur welche passt zu einem Anfänger und welche Drechseleisen brauche ich? Wie fange ich mit dem Drechseln an? All diese Fragen stelle ich mir.

Können Sie mir helfen?

*Carten Bieder, per Email*



## Christian Filies schreibt:

Sie haben sich da ein schönes Hobby ausgesucht! Erst mal: Glückwunsch zu der Entscheidung! Ich würde Ihnen aber dazu raten, als allererstes einen Drechselkurs zu machen. So ganz ohne Kenntnisse sollte man sich nicht an die Bank stellen. Außerdem praktisch: Dabei kann man in der Regel auch mit verschiedenen Bänken und Werkzeugen arbeiten und ist hinterher deutlich schlauer, was einem liegt.

## ✉ Gratleisten beim Vieleck?

Ich bau mir einen runden Gartentisch aus Eiche (siehe Zeichnung). Die acht Dreiecke mit Randsteifen werden zusammengeleimt und die Rundung wird dann mit der Oberfräse hergestellt.

Der Tisch wird einen Durchmesser von 135 cm und eine Dicke von circa 35 mm haben. Meine Frage: Soll ich bei dieser Größe (8 Dreiecke, Breite 440 mm / Höhe 530 mm) Gratleisten einbauen? Der Tisch wird in einem Pavillon zwar unter Dach, aber doch offen stehen. Wenn ja, welche Gratleiste würden Sie mir empfehlen?

*Max Kayser, per Email*

## Schreiben Sie uns:

Vincentz Network GmbH & Co.KG

Redaktion **HolzWerken**

Stichwort: Leserbrief

Plathnerstraße 4c

D-30175 Hannover

oder [info@holzwerken.net](mailto:info@holzwerken.net)

# Film



Das Bohren mit Muskelkraft ist heute selten geworden. Trotzdem lohnt sich ein Blick auf **verschiedene Handbohrer und ihren Einsatz**.

Gerade wenn es besonders leise werden soll oder einfach die Neugierde auf alte Techniken da ist, sind diese Klassiker interessant.

Bei **HolzWerken** TV stellen wir verschiedene Varianten vor – und wann Sie sie einsetzen.

Unsere digitalen Beiträge finden Sie auch in unseren Social-Media-Kanälen:



# Blog Retro

## Trocken gebaut

Wer Einbaumöbel baut, denkt meist an perfekte Passung, möglichst bündig und maßgenau. Doch genau diese Perfektion kann zum Problem werden: Wenn sich hier warme Luft staut und auf kalte Wandflächen trifft, entsteht Tauwasser – und das kann Schimmel verursachen. Dominik Ricker erklärt im **HolzWerken**-Blog, was hinter dem Taupunkt steckt, warum gerade Außenwände kritisch sind und wie sich das Kondensationsverhalten von Luft beim Möbelbau auswirkt. Er zeigt, welche baulichen und konstruktiven Maßnahmen nötig sind, um Feuchtigkeit in den Griff zu bekommen – von diffusionsoffenen Oberflächen über Schattenfugen bis zu Lüftungsschlitzten. Wer langlebige Einbaumöbel baut, muss verstehen, wie Temperatur, Luftfeuchte und Bauphysik zusammenwirken. Und zwar bevor der erste Schimmel sichtbar wird. Im **HolzWerken**-Blog erfahren Sie in regelmäßigen Abständen Neues aus der Welt der Holzarbeit und Tipps und Tricks zu spannenden Techniken und Werkzeugen.



weiterlesen auf  
[www.holzwerken.net/blog](http://www.holzwerken.net/blog)

## Express-Wissen: Einzelartikel von **HolzWerken**

Eins vorweg: **HolzWerken** als Heft ist eine Gesamtkomposition. Wir als Redaktion reihen nicht einfach Artikel an Artikel. Die Mischung macht's. Technische Bauabfolgen wechseln sich ab mit der Vorstellung spannender Techniken. Blicke „hinter das Holzgeschehen“ folgen praktischen Tipps und werden ergänzt von Berichten über attraktive Werkzeuge.

Unser Ziel ist es, Ihnen mit jeder Ausgabe konkret an der Hobelbank zur Seite zu stehen. Und Sie gleichzeitig mit ganz neuen Impulsen rund um die weite Welt der Holzarbeiten zu versorgen. Damit Sie nach jeder Lektüre von **HolzWerken** mit noch mehr Tatendrang und Wissen in Ihrer Werkstatt stehen.

Manchmal ist aber auch keine Zeit zum Genießen des Großen, Ganzen da. Da steht man in der Werkstatt und sucht Inspirationen für das nächste Projekt. Man braucht Informationen zum Bau einer Vorrichtung. Eine Hilfestellung bei der Werkzeugführung. Dann soll es gezielt ein Artikel sein, kein ganzes Heft.

Viele von Ihnen haben sich deshalb gewünscht, dass sie die Beiträge aus den Ausgaben auch einzeln erwerben zu können: digital und direkt verfügbar. Damit es sofort nach dem Kauf auf dem Tablet, dem Handy oder dem Laptop in der Werkstatt angezeigt wird. Diesem Wunsch sind wir nun nachgekommen. Auf unserer Webseite unter [www.holzwerken.net/shop](http://www.holzwerken.net/shop) können Sie die Einzelartikel jetzt erwerben. Im Webshop finden Sie ausgewählte Artikel aus den Heften als handliche PDFs. Und da die zeitlos gut und aktuell sind, haben wir Artikel aus allen Heften seit **HolzWerken**-Ausgabe 1 für Sie digital aufbereitet! So kann es in der Werkstatt direkt los- oder weitergehen – genau mit den Informationen, die Sie gerade brauchen.

Und wenn es dann Zeit für den wohlverdienten Feierabend ist, kann man sich ganz in Ruhe und mit Muße auf dem Sofa wieder vom Gesamtwerk **HolzWerken** als ganzes Heft inspirieren lassen.



The screenshot shows the homepage of the HolzWerken website. At the top, there's a navigation bar with links for 'Lesergalerie', 'Blog', 'News', 'Tipps & Tricks', and categories like 'Alle', 'Bauanleitungen', 'Bücher', 'Werkstattkunde', 'Werkzeuge & Maschinen', 'Zettelschriften', 'Drechseln', 'Haus & Garten', 'Schnitzen', 'Vorrichtungen', 'Werkstattanrichtung', 'Sortierung' (sorted by popularity), and 'Nach Beliebtheit sortiert'. Below the navigation, there are three main sections: 'KOMMENDE AUFTRÄGE: Produktivität erhöhen' (with a 'zum Produkt' button), 'HAUS & GARTEN: Holzschlafzimmerset im 20-Bettmodell' (with a 'zum Produkt' button), and 'VORRICHTUNGEN: Füllerpresse bauen' (with a 'zum Produkt' button). Each section has a small image and a brief description.

# Vorschau



Zauberhaftes Projekt:  
Feine Dosen für Tee  
und Kaffee

Spezialfall Acryl:  
Alles, was man übers

Bohren und Fräsen wissen muss



**Drehbarer Servierteller**  
Drehselprojekt mit überraschender Mechanik  
**Wieder scharfe Zähne**  
Bringen Sie Ihre Kettensäge in Schuss  
**Serienstart: Möbelverbinder**  
Flachdübel machen den Anfang

Das nächste Heft erscheint  
zum 20. Dezember



Fotos: G. Henn, C. Henrichsen, W. Heubner

## Impressum

Abo/Leserservice:  
T+49(0)6123 9238-253, F+49(0)6123 9238-244  
service@vincenz.net

Die sieben Mal im Jahr erscheinende Zeitschrift kostet als Print-Abo inklusive Versand im Inland 67 Euro, im Ausland 78 Euro.  
Bei höherer Gewalt keine Lieferungspflicht. Gerichtsstand und Erfüllungsort: Hannover und Hamburg

Redaktion:  
Andreas Duhme (V.i.S.d.P.),  
T+49(0)511 9910-302,  
andreas.duhme@vincenz.net

Christian Flies,  
T+49(0)511 9910-307,  
christian.flies@vincenz.net

Sonja Senge,  
T+49(0)511 9910-306,  
sonja.senge@vincenz.net

Mareike Bäumlein (Assistenz),  
T+49(0)511 9910-305,  
mareike.baumlein@vincenz.net

Autoren dieser Ausgabe:  
Timo Billinger, Dorian Bracht, Hans-Jürgen Kompalla,  
Christian Kruska-Kranich, Veronika Zenz

Titelfoto:  
Christian Kruska-Kranich

Mediaproducting:  
Nathalie Heuer (verantwortlich)  
Fronz Daten Service GmbH & Co. KG (Layout)

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne die ausdrückliche Zustimmung des Verlages strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Einholung des Abdruckrechts für den Verlag zugesandte Fotos obliegt dem Einsender. Überarbeiten und Kürzungen eingesandter Beiträge liegen im Ermessen der Redaktion. Zuschriften an die Redaktion dürfen, sofern es nicht ausdrücklich vom Zusender ausgeschlossen wird, als Leserbrief veröffentlicht werden. Beiträge, die mit vollem Namen oder mit einem Kurzzeichen des Autors gekennzeichnet sind, stellen die Meinung des Autors dar und nicht notwendigerweise die der Redaktion. Der Verlag, seine Mitarbeiter und die Autoren setzen Künstliche Intelligenz (KI) zur Unterstützung der Qualität ein. Dabei wird jeder durch KI unterstützte Inhalt von einem Menschen überprüft, bevor er veröffentlicht wird. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen und Handelsnamen in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um geschützte, eingetragene Warenzeichen. Die Arbeit mit Werkzeug, Maschinen, Holz und Chemikalien ist mit Gefahren verbunden. Redaktion und Autoren haben die in Holzwerken veröffentlichten Ratschläge sorgfältig erstellt und überprüft. Eine Garantie für das Gelingen der Projekte wird nicht übernommen. Bei Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist eine Haftung durch den Verlag, seine Mitarbeiter und die Autoren ausgeschlossen.

Hinweis zur Produktsicherheit:  
Für Hinweise oder Fragen zur Produktsicherheit erreichen Sie uns unter:  
produktsicherheit@vincenz.net

Anzeigen/Werbung:  
Frauke Haentsch (Director Sales),  
T+49(0)511 9910-340,  
frauuke.haentsch@vincenz.net  
Es gilt die Preisleiste Nr. 20, gültig ab 01.10.2025

Verlag:  
Vincenz Network GmbH & Co. KG  
Plathnerstraße 4c  
D-30175 Hannover  
T+49(0)511 9910-000, F+49(0)511 9910-099

Verlagsleitung:  
Esther Friedebold, T+49(0)511 9910-333,  
esther.friedebold@vincenz.net

Druck:  
Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co. KG, Calbe  
© Vincenz Network GmbH & Co. KG  
ISSN 1863-5431 H 73296

# Alles drin für meine Werkstatt!



Gleich bestellen

unter [www.holzwerken.net/shop/abo](http://www.holzwerken.net/shop/abo)

oder telefonisch unter +49 (0)6123 9238-253



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.**

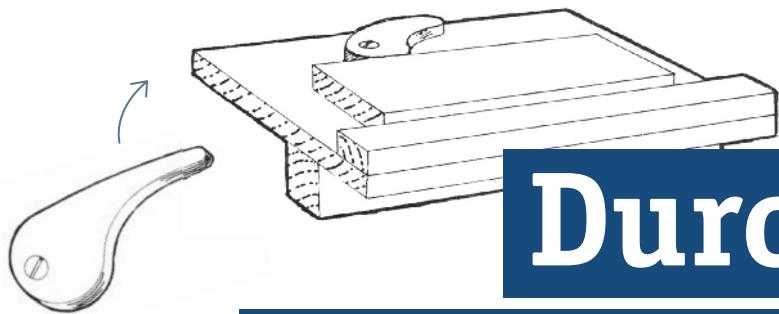
**Ihre Vorteile:**

- **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 15% gegenüber dem Einzelkauf\***
- **Wählen Sie zwischen Print- und Digital-Abo für 67,- €\*** oder dem Kombi-Abo für nur 75,- €\* im Jahr

\*im Inland

# HolzWerken

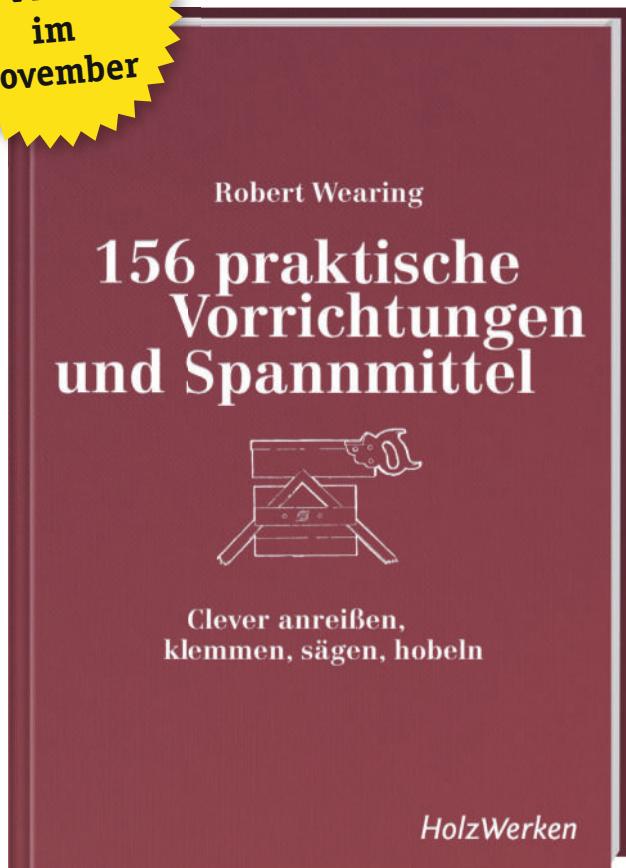
Wissen. Planen. Machen.



# Durchdacht

## und selbst gemacht ...

**NEU**  
im  
November



### Paketangebot:

**Buchpaket**  
**Möbelbau mit**  
**Robert Wearing**



Bestellung exklusiv  
bei HolzWerken  
Best.-Nr. 22500  
49,- €



Robert Wearing

### 156 praktische Vorrichtungen und Spannmittel

Clever anreißen, klemmen, sägen, hobeln

Einhundertsechsundfünfzig clevere Ideen für die Arbeit mit Handwerkzeugen in der Werkstatt: Vom einfachen Richtscheit über diverse Klemmbachen, sehr viele Säge- und Hobelvorrichtungen bis hin zu zahlreichen Zwingen jeder Komplexitätsstufe. Und noch viel mehr. Unmöglich, das in einer Aufzählung unterzubringen – eine komplette Auflistung finden Sie in der Leseprobe im Webshop.

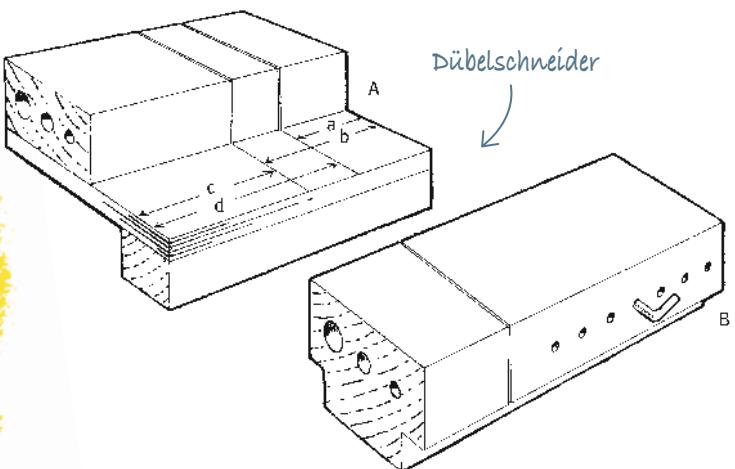
Viele dieser Lösungen kann man nicht kaufen. Und falls doch: es selbst herzustellen macht in jedem Fall mehr Spaß. Vielleicht bringt Sie der eine oder andere Vorschlag des Verfassers sogar zu einer eigenen Variante. Die Illustrationen sind minimalistische Strichzeichnungen, die sich auf das Wesentliche beschränken.

Robert Wearing (1921–2020), der schon das viel gelobte Buch *Mit sicherer Hand* aus unserem Programm geschrieben hat, öffnet eine Schatzkiste voller Ideen für ambitionierte Holzwerker – in gewisser Weise die Fortsetzung des ersten Buchs. Beide Titel gibt es auch im Bundle.

200 Seiten, Hardcover, Leinenstruktur mit Prägung  
ISBN 978-3-7486-0814-1

Best.-Nr. 22482  
26,- €

Mehr  
zum Buch:



Bestellen Sie  
versandkostenfrei\*

T +49 (0)6123 9238-253

[www.holzwerken.net/shop](http://www.holzwerken.net/shop)

\* innerhalb Deutschlands

**HolzWerken**  
Wissen. Planen. Machen.