

Lernkarten-Set

Jan Thar, Sophy Stöller

Laserschneiden



bombini
verlag

Impressum

Die Informationen in diesem Lernkarten-Set wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autoren übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für eventuell verbliebene Fehler und deren Folgen.

Alle Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt und sind möglicherweise eingetragene Warenzeichen. Der Verlag richtet sich im wesentlichen nach den Schreibweisen der Hersteller. Das Werk steht unter der CC-BY-NC 3.0—Lizenz.

Kommentare und Fragen können Sie gerne an uns richten:

Bombini Verlags GmbH

Kaiserstraße 235

53113 Bonn

www.bombini-verlag.de

E-Mail: service@bombini-verlag.de

Copyright: © 2020 by Bombini Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

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

Umschlaggestaltung: Michael Oreal, Köln (www.oreal.de)

ISBN 978-3-946496-17-5

Die Lernkarten-Sets wurden gedruckt mit freundlicher Unterstützung der RWTH Aachen und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in dem Förderprogramm Photonik Forschung Deutschland, Förderkennzeichen: 13N14065.

Inhalt



Inhalt

Laserschneiden ist Laubsägen für Faulpelze: Einfach und schnell können zahlreiche Materialien präzise bearbeitet werden.

Das LernKarten-Set führt in das Arbeiten mit Laserschneidern ein. Dazu werden die technischen Grundlagen des Lasercuttings vermittelt, Wichtige Grundregeln des Laserschneidens geben besonders dem Einsteiger eine wichtige Orientierung, ebenso wie Praxistipps und bewährte Tricks im bequemen Lernkarten-Format. Die wichtigen Software-Lasercutting-Werkzeuge werden vorgestellt, so dass die gesamte Software-Bearbeitungskette behandelt wird. Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen die Leistungsfähigkeit von Lasercuttern auf und geben Anregungen für eigene Projekte.

Das Lernkarten-Set *Laserschrneiden* besteht aus 17 doppelseitigen, farbigen Lernkarten. Jede Lernkarte behandelt ein abgeschlossenes Thema:

Über die Autoren



Jan Thar

Bastler mit Open-Source-Tendenz, was sich prima als Vorsitzender des Freie Maker e.V. (www.freie-makere.de) verwirklichen lässt. Oft auf Makerfaires anzutreffen.



Sophy Stönnner

Tüfteln und werkeln, das ist Sophy Stönnners große Leidenschaft. Als Designerin und Inhaberin der Laserkatze (www.Laserkatze.de) hat sie ihre Leidenschaft zum Beruf gemacht.

Laserschneiden



Warum Lasercutter nutzen?

Laserschneiden

Lasercutter sind die Lieblingswerkzeuge in Makerspaces: Im Vergleich zu anderen Maschinen sind sie einfacher zu bedienen, arbeiten schnell und zuverlässig. Auch die Designerstellung ist einfacher als bei anderen Maschinen, da nur eine 2D-Vektorgrafik erstellt werden muss. Während die preiswerteren 3D-Drucker nur Plastik ausgeben, können mit dem Lasercutter aus Holz und Acryl sehr edel aussehende Objekte gefertigt werden, und dies geht im Vergleich zur manuellen Laubsägearbeit viel präziser und einfacher.

Der Lasercutter verbrennt dabei auf einer sehr feinen Linie Material zum Schneiden. Dies führt je nach Material zu einer verrußten Schnittkante. Außerdem braucht man zum Verbrennen natürlich auch genügend Leistung.

Warum Lasercutter nutzen?

Laserschneiden



Arten von Lasern

Laserschneiden

Diodenlaser: geringe Leistung. Man kann sogar aus den in alten CD-Brennern enthaltenen Lasern einen Cutter bauen, zumindest für Papier. Mit mehr Leistung kommt man schon auf schöne kompakte Geräte, die man sich auf den Schreibtisch stellen kann (z.B. Mr Beam). Allerdings ist die Auswahl an Materialien, die bearbeitet werden können, begrenzt, sowohl im Hinblick auf die Leistung als auch auf die Wellenlänge. Durch klares Plexiglas geht diese Art von Laser wirkungslos einfach durch.

CO₂-Laser: das Arbeitspferd in Makerspaces. Er kann zwar kein Metall, dafür aber zahlreiche andere Materialien schneiden oder gravieren und ist immer noch bezahlbar. Er kann bereits eine Vielzahl von Materialien verarbeiten:

- Schneiden: Holz, Karton, Plexiglas, Stempelgummi, PLA, Stoff, Leder, Filz ...
- Gravieren: Glas, Beton, Metall, Keramik ...

Faserlaser: die Königsdisziplin. Er kann auch Metall schneiden. Was bei Selbstbaulasern – wenn man an die nicht ganz billige Laserquelle kommt – die Frage nach dem richtigen Material für das Gehäuse aufwirft, durch das er sich nicht einfach durcharbeiten darf.

Arten von Lasern

Laserschneiden



Zehn Regeln

Laserschneiden

- Benutze eine 2D-Vektorgrafik als Design (graviert werden kann notfalls auch eine Pixelgrafik)
- Im Druckertreiber wird festgelegt, welche Konturen geschnitten, flächig graviert oder welche Umrisse markiert werden sollen – insbesondere auch in Hinblick auf die verwendete Leistung/Geschwindigkeit in Abhängigkeit von Materialart und Dicke
- Bei unbekannten Materialien die optimale Leistung und Geschwindigkeit des Lasers durch kleine Testschnitte vor dem eigentlichen Job herausfinden
- Darauf achten, dass kein Material genutzt wird, das beim Verbrennen giftig für den Menschen oder schädlich für den Lasercutter ist.
- Laserstrahl vor dem Lasern auf die Materialoberfläche fokussieren, um Material optimal abtragen zu können
- Abluft einschalten: Die Abluft muss funktionieren – bei Holz kommt sonst zwar Lagerfeueratmosphäre auf, aber irgendwann auch die Feuerwehr. Bei anderen, giftigen Materialien erlebt man das vielleicht gar nicht mehr.
- Laserschneider nicht unbeaufsichtigt laufen lassen: Manchmal brennt nicht nur das, was weg soll, sondern auch mal am Ende der ganzen Cutter, wenn man nicht aufpasst.
- Linse reinigen (je nachdem, wie stark das Material rußt, ruhig öfter)
- Entfernen heruntergefallenen Materials nach dem Schneiden reduziert das Brandrisiko.
- Rußablagerungen auf beweglichen Teilen des Cutters fördern Verschleiß – auch hier also regelmäßig reinigen.

Zehn Regeln

Laserschneiden

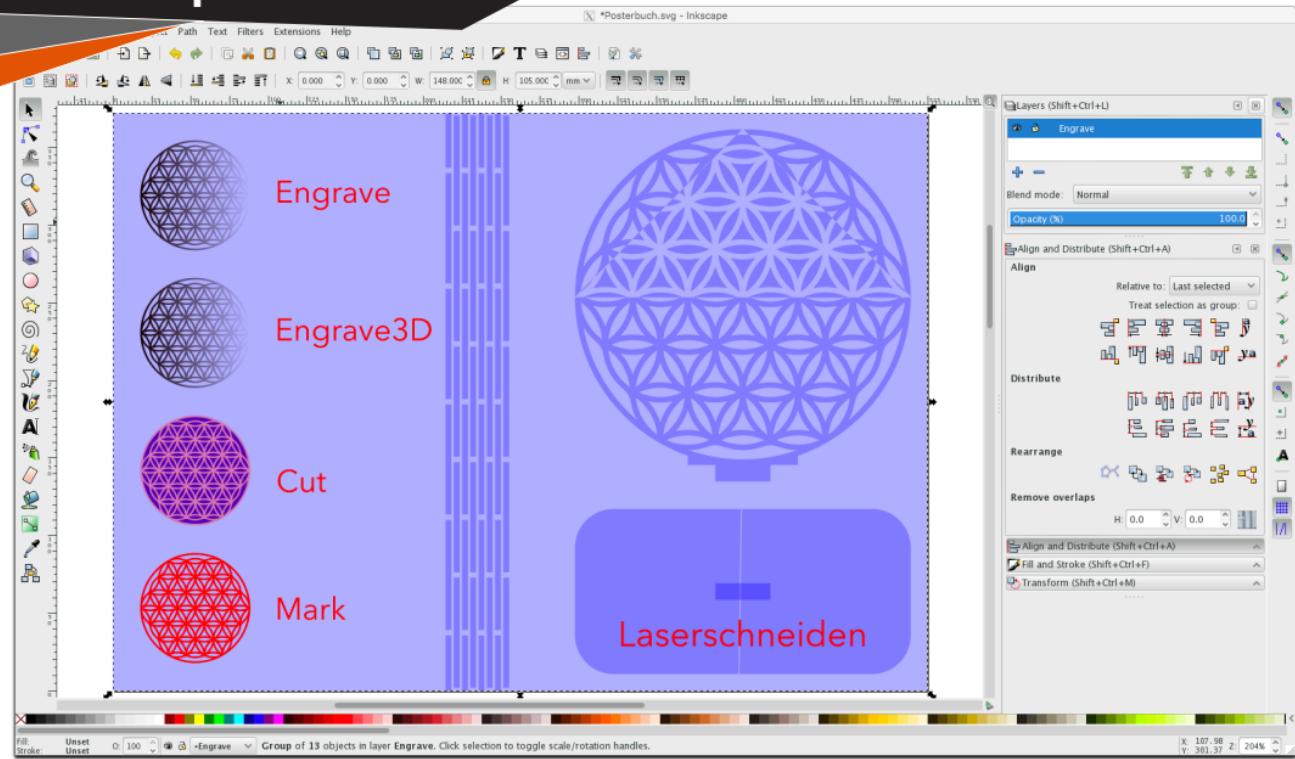
Tipps und Tricks

Laserschneiden

- Vektorgrafiken sind dein Freund: Der Laser schneidet die Außenkonturen der Objekte aus – wirklich alle. Also auch von unsichtbaren oder verdeckten Objekten. In vielen Fällen ist es daher hilfreich, am Ende die Füllfarbe auf transparent zu setzen und Außenlinien anzuseigen.
- Linien können mit weniger Leistung geschnitten werden, um Markierungen zu setzen. Durch Layer oder Farbe kann man das unterscheidbar machen.
- Füllflächen und Bilder können graviert werden, mit Graustufen als Laserleistung (Tiefe der Gravur) oder als Rasterung (wie beim Farbdruck).
- Am besten vor dem Schneiden noch einmal die Größe des Designs kontrollieren – manchmal gibt es Skalierungsfehler.
- Für runde Gegenstände gibt es Rotationseinheiten, die eine Achse ersetzen, wodurch das Objekt unter dem Laserstrahl rotiert wird, um die ganze Oberfläche zu bearbeiten.
- Da Material verbrannt wird, können Schmauchspuren entstehen – für saubere Schnittkanten hilft eine Schutzschicht wie Kreppband.
- Schneidet der Laser dicht nebeneinander Linien, kann je nach Material zu viel Hitze an einer Stelle in das Material eingebracht werden. In diesem Fall kann es anfangen wegzuschmelzen oder gar zu brennen.
- Starre Materialien können durch Einbringen von vielen parallelen Linien (mit kleinen Unterbrechungen, die von Linie zu Linie versetzt zueinander sind) in geringen Abständen flexibel gemacht werden.
- Um zu prüfen, ob ein Kunststoff Chlor enthält und daher nicht gelasert werden sollte, kann man ein Stück Kupfer mit einem Gasbrenner rotglühend machen und damit etwas von dem Kunststoff abschmelzen. Hält man das Kupfer dann wieder in die Flamme des Brenners und wird diese grün, sollte man das Lasern besser lassen. Materialdatenblätter oder auch Wikipedia sind aber meist besser um nachzuschauen, ob ein Material beim Verbrennen giftig wird.

Tipps und Tricks

Inkscape



Warum Inkscape?

Inkscape

Natürlich gibt es zur Erstellung von Vektorgrafiken eine Vielzahl von Programmen. Eines der besten ist sicherlich Adobe Illustrator. Allerdings sind diese nicht ganz preiswert. Inkscape ist eine Open-Source-Variante und kann damit von jedermann genutzt werden. Natürlich ist auch das nicht kostenlos – Open-Source-Tools leben davon, dass man im Gegenzug irgendwann selber aktiv wird und sie unterstützt oder eigene Open-Source-Projekte entwickelt.

Einfache Malprogramme sind pixelbasiert: Jeder Bildpunkt bekommt eine Farbe zugewiesen wie beim Malen mit einem Pinsel auf Papier. Tatsächlich werden auch in vielen Fällen derartige Werkzeuge digital nachgebildet.

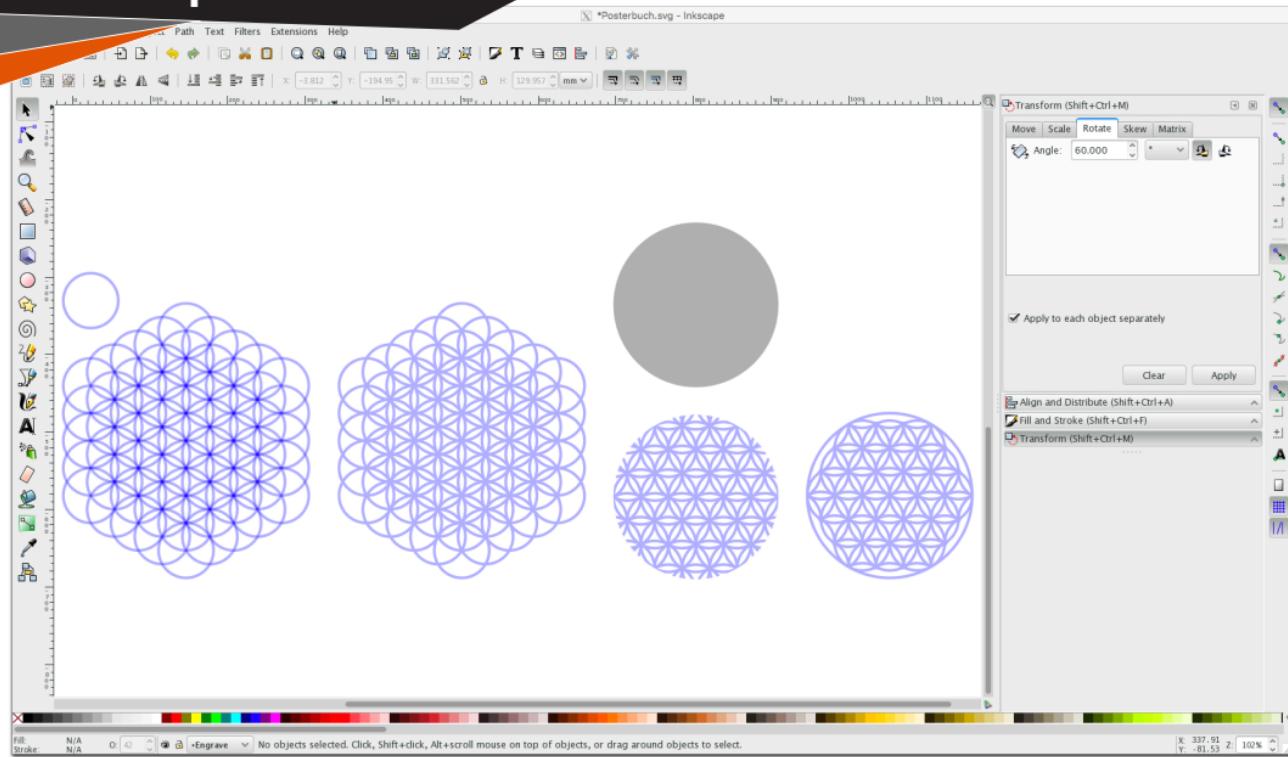
Für technische Zeichnungen, bei denen präzise (und skalierbar) etwas dargestellt werden muss, ist dies jedoch ungeeignet. Hier werden geometrische Formen genutzt, die mit ihrer Größe und Position abgespeichert werden – und damit auch gut angepasst und abgeändert werden können.

Außerdem sind die durch die Formen vorgegebenen Konturen natürlich prima für Maschinen in der Produktion, die sich daran orientieren können.

Insbesondere für den Lasercutter sind diese Konturlinien als Schneid- oder Markierungslinien ideal, während pixelbasierte Bilder z.B. nur für (lang dauernde) flächige Gravuren verwendet werden können.

Warum Inkscape?

Inkscape



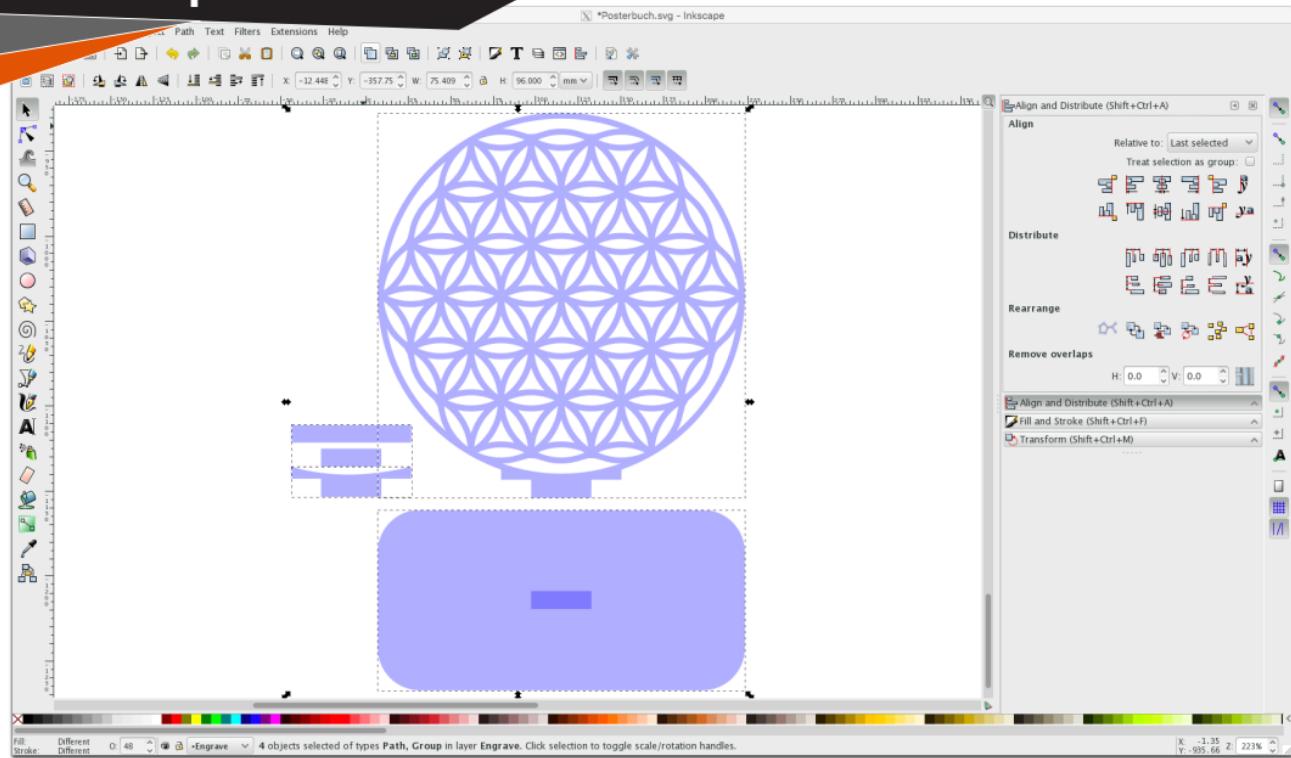
Zehn Regeln

Inkscape

- Basisformen (Kreise, Vierecke) platzieren, Freiformlinienzüge sind auch möglich.
- Umwandeln von Bitmap zu Vektor (Trace Bitmap), Konturlinie zu Fläche.
- Formen manipulieren: Ecken runden, ggf. umwandeln in Pfad (entweder das Objekt oder die Außenkontur).
- Direkte Knotenmanipulation: scharfe Kanten, abgerundet, Biegeradien.
- Drehen, skalieren, Größe der Objekte.
- Ausrichten an anderen Objekten, verschieben durch festgelegte Schritte oder direkte Positionsangabe zur genauen Platzierung.
- Kombinieren: Boolesche Operationen wie Differenz, Überschneidung oder Vereinigung zum Erstellen komplexerer Formen aus den (Basis-)Formen.
- Farben von Flächen und Konturen einstellen (Transparenz ist insbesondere für den Laser-cutter interessant, um doppelte/falsche Linien zu erkennen).
- Layer verwenden, um Teilbereiche aus- und einzublenden (oder verschiedene Bearbeitungsoptionen per Layer).
- Text kann an Objekten (Pfaden) ausgerichtet oder in Pfad gewandelt werden (verhindert optische Änderungen, falls ein auf einem anderen Rechner unbekannter Zeichensatz verwendet wurde).

Zehn Regeln

Inkscape



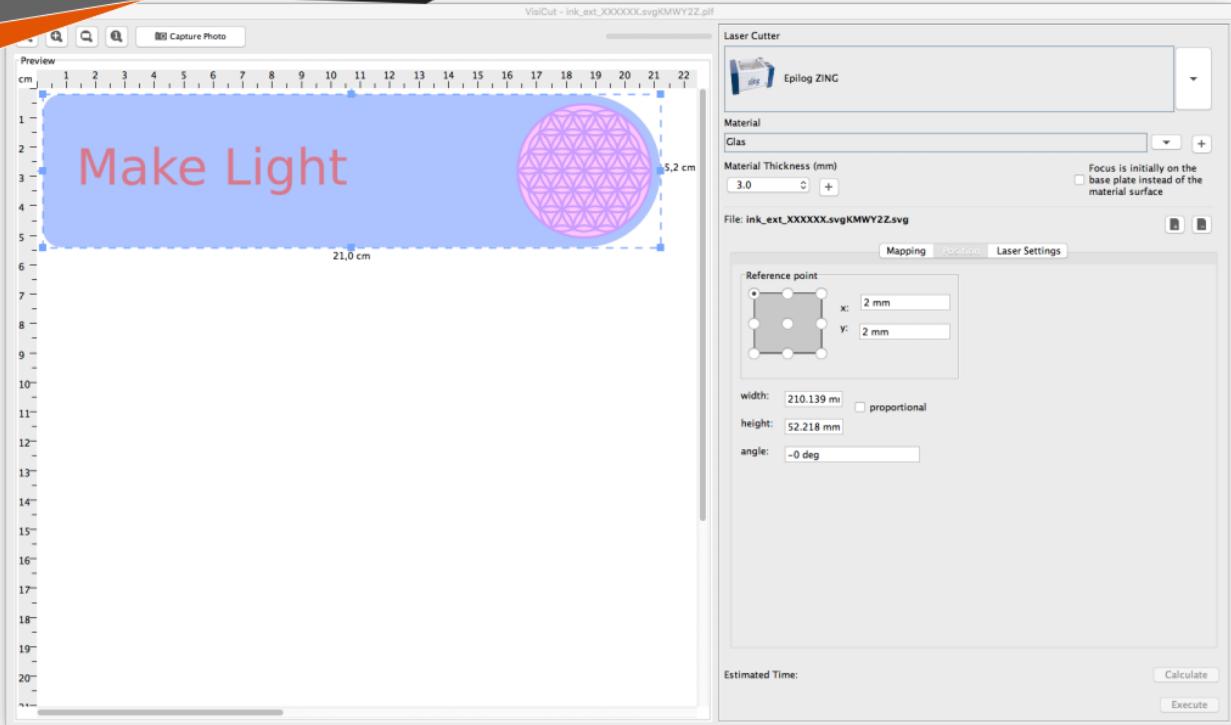
Tipps und Tricks

Inkscape

- Formen werden gestapelt, sie können damit im Hintergrund verschwunden sein – transparente Füllfarben helfen, sie zu finden. Reihenfolge der Objekte ändern, um hintere greifbar zu machen.
- Die Größe eines Objekts enthält auch die Breite der Außenkonturlinie (für Lasercut ist deswegen ggf. Füllfarbe statt Linie besser)
- *Copy* macht ein Bild aus der Vektorgraphik, *Duplicate* erhält die Form. Zum Testen, ob das Objekt noch eine Vektorgrafik oder ein Bild ist, entweder Knoten anzeigen lassen oder vergrößern.
- Illustrator und Inkscape speichern in Pixelabständen mit unterschiedlichen Auflösungen – was manchmal zu überraschenden Größen führt.
- Mit *Lock* kann verhindert werden, dass man aus Versehen Teile, die schon richtig positioniert sind, noch mal verschiebt.
- Ausrichten von Formen zueinander zusammen mit einer entsprechenden Schrittweite zum Verschieben eines Objekts erlaubt schnelle Positionierungen (direkt Koordinaten nutzen geht natürlich auch).
- Lassen sich bestimmte Operationen nicht mehr durchführen, kann entweder aus Versehen eine Datei durch kopieren zu einer Bitmap geworden oder Objekte gruppiert worden sein. Mehrfache Gruppierungen (z.B. durch Importieren) ggf. auflösen.
- Mit gedrückter Hochstelltaste können mehrere Objekte zusammen ausgewählt werden, wichtig z.B. für Boolesche Operationen.
- Gruppieren hilft, die Ordnung zu bewahren, bei importierten Vektorgrafiken sind diese oft mehrfach gruppiert (falls einmal *Gruppierung aufheben* da unerwarteterweise nicht hilft, einfach mehrmals probieren).

Tipps und Tricks

VisiCut



Warum VisiCut?

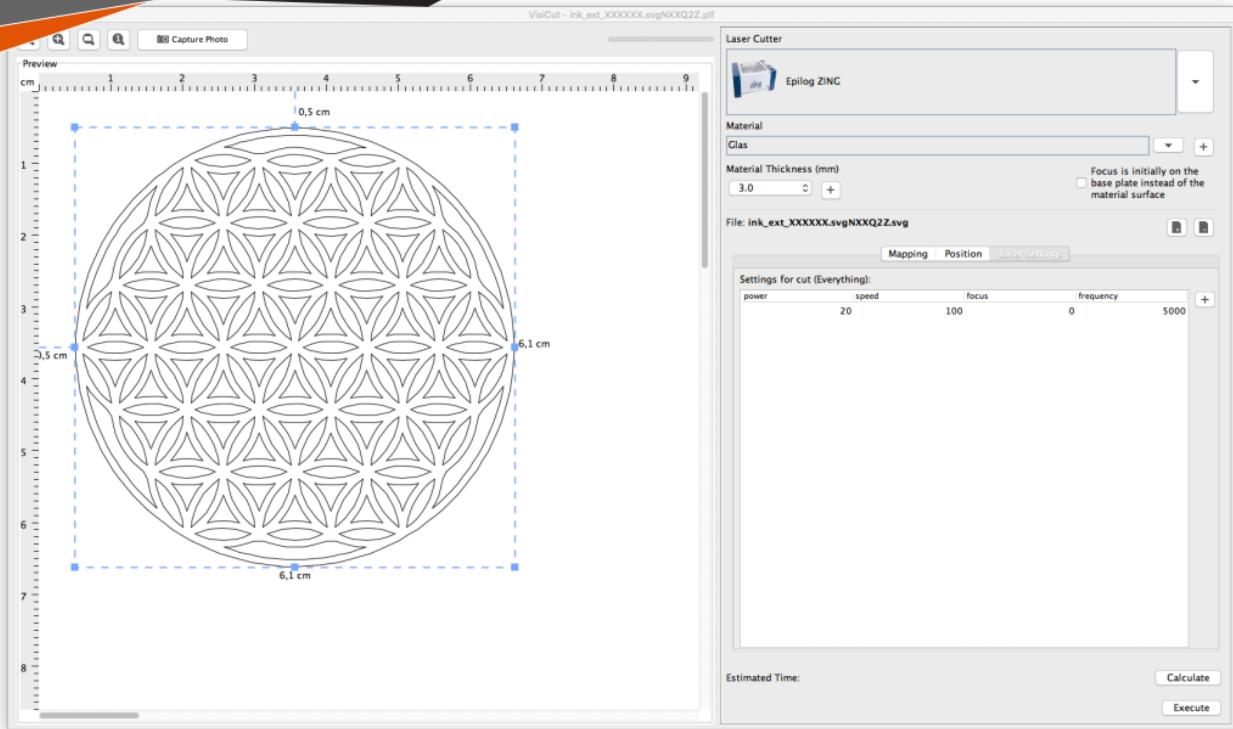
VisiCut

VisiCut ist eine Steuerungssoftware für Lasercutter, der als Open-Source-Software verfügbar ist, plattformunabhängig funktioniert und einem das Leben mit dem Lasercutter so einfach wie möglich macht.

Im Grunde funktioniert der Lasercutter fast so wie ein normaler Drucker, nur dass er Sachen wegbrennt statt Farbe auf das Papier zu bringen. Dazu müssen – genau wie bei diesem – ein paar Parameter eingestellt werden. Das betrifft die Position und Größe, vor allem aber auch materialabhängige Laserparameter (Leistung, Geschwindigkeit). Insbesondere für Gravuren oder sehr langsam zu schneidende Materialien kann auch mal ein Blick auf die voraussichtliche Dauer nicht schaden.

Warum VisiCut?

VisiCut



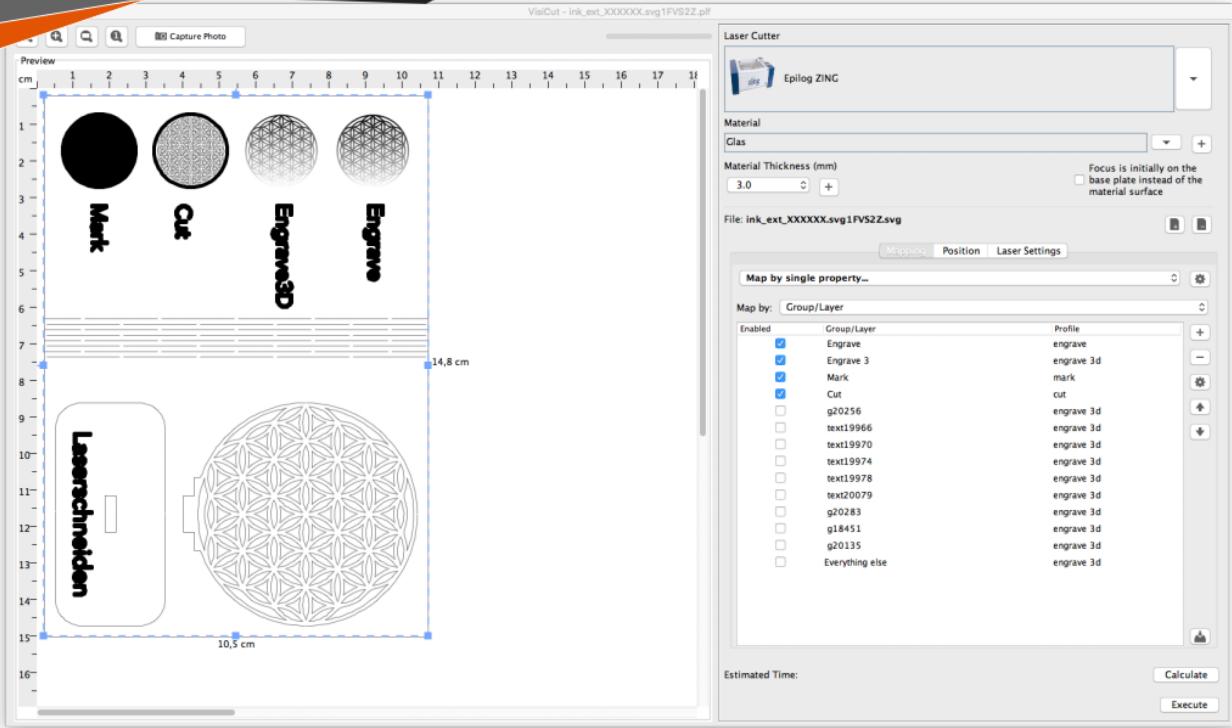
Zehn Regeln

VisiCut

- Objekt importieren und platzieren (live im linken Fenster oder per Zahlen im Reiter *Position*). Optional erleichtert ein Kamerasytem die Positionierung.
- Größe kontrollieren (Reiter *Position*). In *Mapping* Verarbeitungsart (*Schneiden*, *Markieren*, *Gravieren*) je nach Unterscheidungsmerkmal (*Farbe*, *Layer*, *ID*) auswählen.
- Reihenfolge festlegen (*Gravieren* vor *Markieren* vor *Cutten*).
- Objektkopien sind möglich, dann auf kleine Abstände dazwischen achten.
- Materialart und Dicke wählen, falls schon vorhanden. Falls es öfter genutzt werden soll, neues Material anlegen oder ähnliche auswählen und Parameter anpassen...
- Ggf. zuerst einen kleinen Testcut machen (z.B. Beispiele-Rechteck) und Laserparameter anpassen.
- Beim Material einlegen Fokus entweder auf *Material* oder *Gitter* setzen (Letzteres falls der Lasercutter dann automatisch auf Höhe einstellen kann), dazu das passende Häkchen in VisiCut setzen.
- Bei Gravuren Verarbeitungszeit kontrollieren (ob es nicht zu lange dauert).
- Job an Lasercutter schicken.

Zehn Regeln

VisiCut



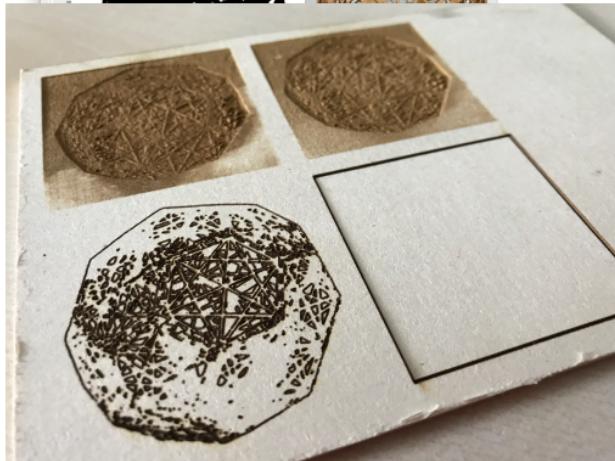
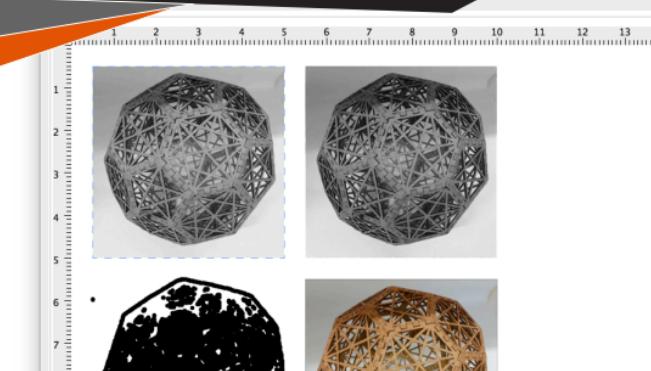
Tipps und Tricks

VisiCut

- Normalerweise so schnell wie möglich arbeiten (Geschwindigkeit 100%, Leistung 100%), d.h. Geschwindigkeit nur verringern, wenn Material nicht durchgeschnitten wird, Leistung verringern bei verkohlten Rändern.
- Wenn das Material zu leicht verbrennt (oder bei zu vielen Details auf kleinem Raum) versuchen, mit weniger Leistung und dafür häufiger (mit Abkühlzeiten dazwischen) zu laser.
- Ausreichend breite Stege zwischen Objekten lassen, falls Materialien verwendet werden, die sich beim Erwärmen verziehen (Kunststoffe).
- Da Kunststoffe aufgeschmolzen werden, können diese auch wieder direkt beim Lasern verkleben.
- Das optionale Kamerasytem ist nur ein Hinweis, Ausmessen meist präziser (speziell bei dicken Materialien, bei denen die Skalierung wegen des vergrößerten Abstands der Marker zur Kamera durch das Fokussieren nicht mehr exakt stimmt).

Tipps und Tricks

Anwendungsbeispiel



VisiCut - ink_ext_XXXXXX.svgORLP3Z.pil

Laser Cutter

Epilog ZINC

Material
Glas

Material Thickness (mm)
3.0

Focus is initially on the base plate instead of the material surface

File: IMC_5221.jpg

Map View Position Laser Settings

engrave 3d everything

Estimated Time:

Calculate Execute

This screenshot of the VisiCut software interface shows the setup for a laser cutting job. The 'Laser Cutter' section is configured for an 'Epilog ZINC' machine with 'Glas' material at a thickness of 3.0 mm. The 'File' is set to 'IMC_5221.jpg'. The 'Position' tab is selected, showing the command 'engrave 3d everything'. At the bottom, there are 'Calculate' and 'Execute' buttons. The software interface has a clean, modern design with a light gray background and white panels for each configuration section.

Bilder gravieren

Anwendungsbeispiel

Als einen möglichen Anwendungsfall für den Lasercutter nehmen wir das Gravieren von Bildern. Damit kann man alles mögliche verzieren, seien es Küchenbrettchen, Jeans, Äpfel oder Gläser. Die einzige Beschränkung besteht darin, was der Lasercutter abtragen kann (und ob es giftig ist).

Vorlagen kann man, wenn man künstlerisch begabt ist, selber erstellen, ansonsten bietet das Internet einen reichhaltigen Fundus, wobei man auf das Urheberrecht achten sollte.

Wir starten also hier normalerweise mit einem Bild, aber Vektorgrafiken gehen natürlich auch. Dabei gibt es verschiedene Optionen: Wir können es direkt als Graustufenbild gravieren. Hierzu bietet VisiCut z.B. zwei Optionen an: *Engrave* und *Engrave3D*. Das erste ergibt ein Graustufenbild aus einzelnen Einbrennpunkten, bei dem die Dichte der Punkte die Färbung bestimmt.

Das zweite ändert die Leistung des Lasers, d.h. dunkle Bereiche werden tiefer gelasert.

Einen passenden Ausschnitt kann man mit *cut everything* erstellen, bei einem Bild ist das allerdings bloß die rechteckige Außenkontur.

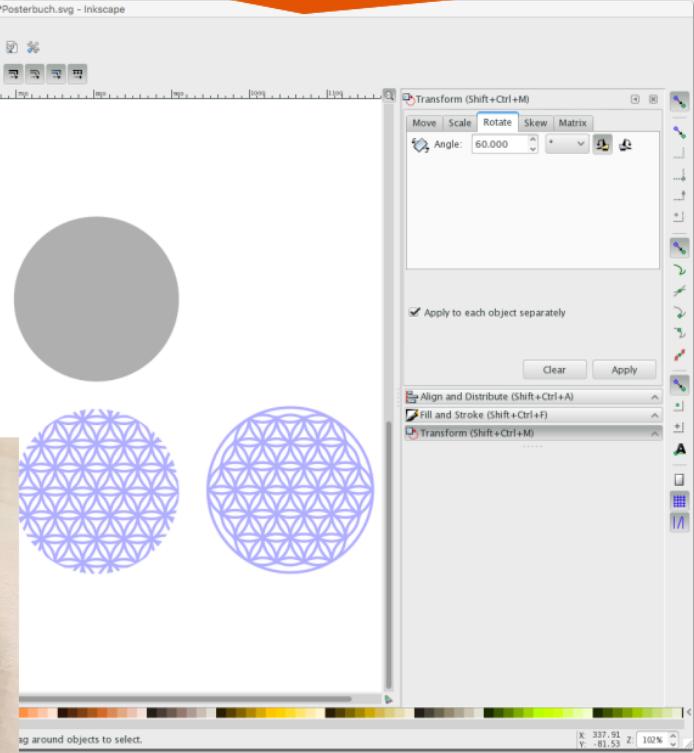
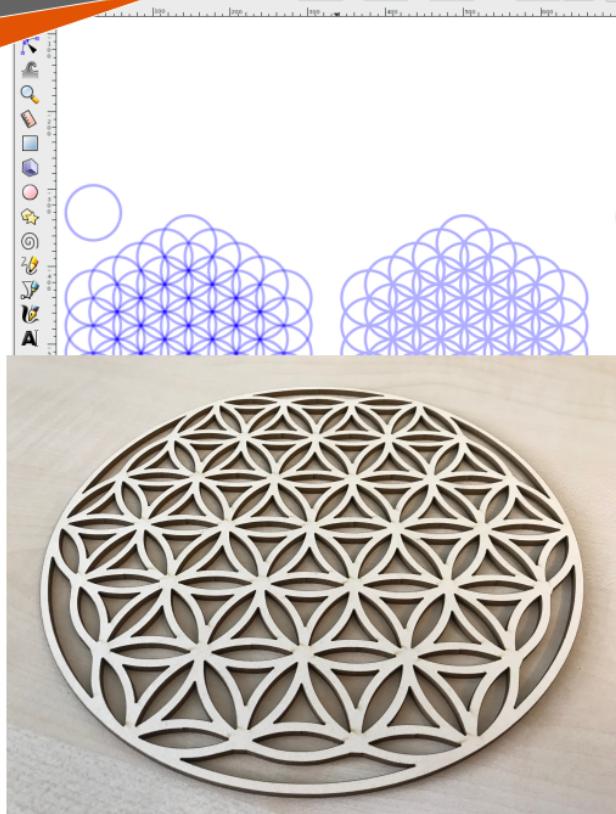
Bei einem fertigen Frühstücksbrettchen ist das gar nicht nötig, ansonsten ist meist ein eigenes Design der Außenkontur in Inkscape besser.

Das Gravieren braucht natürlich so seine Zeit. Eine Alternative besteht darin, auf das Bild zu klicken und *vektorisieren* wählen, in dem Fall bekommt man ein Linienmuster, was sich relativ schnell mittels *markieren* einbrennen lässt.

Cut, also schneiden, funktioniert bei vektorisierten Bildern meist nicht so gut, es bewirkt vor allem eine große Menge Einzelteile oder sogar ein kleines Feuer durch die eng beieinander liegenden Linien.

Bilder gravieren

Anwendungsbeispiel



Untersetzer

Anwendungsbeispiel

Wir lasern eine Blume des Lebens als Untersteller.

Das erfordert etwas Fleißarbeit, aber dafür werden wichtige Punkte in Inkscape genutzt. Wir starten mit einem Kreis, bei dem wir zunächst eine bestimmte Liniendicke angeben und diese Außenkontur in einen Pfad konvertieren. Anschließend verschieben wir den Kreis immer um Durchmesser/2 Schritte. Nachdem drei nebeneinander stehen, werden die beiden äußeren gruppiert, dupliziert und um 60 Grad gedreht. Dies wird nun sukzessive wiederholt, bis eine Runde vollständig ist. Dann werden die Kreise umgruppiert und wieder äußere, gegenüberliegende Kreise dupliziert, nach außen verschoben und gruppiert, worauf die nächsten Rotationen beginnen können.

Durch Hinterlegen mit einem größeren Kreis mit dem dreifachen Durchmesser kann überprüft werden, wann man fertig ist.

Danach werden alle Kreise vereinigt. Durch die

halbtransparente Füllfarbe sieht man, wo sonst beim Schneiden Probleme auftauchen können.

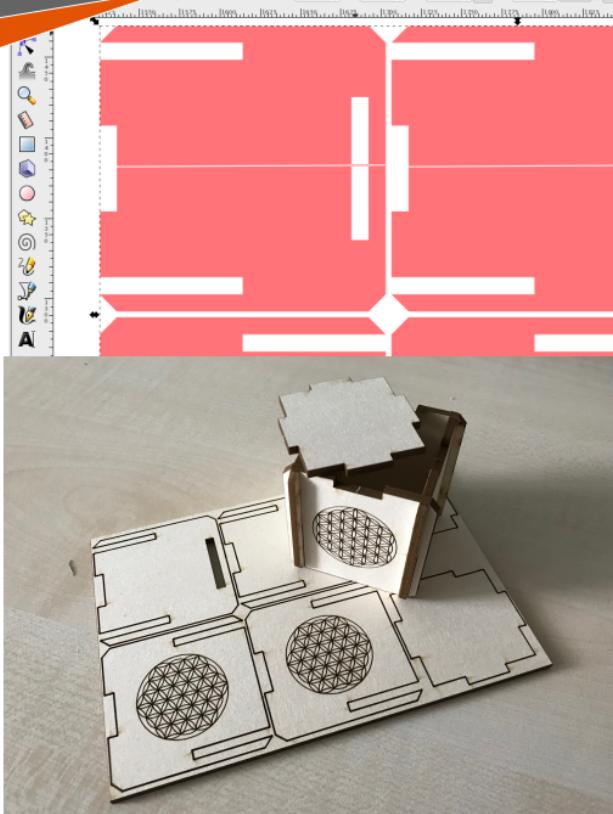
Dann folgt eine Vereinigung mit einem großen Kreis, der auf die bisherigen Objekte zentriert wird (ausrichten und verteilen macht halt Spaß). Allerdings bringt das ein paar unschöne Artefakte an den Rändern. Diese lassen sich mittels Knotenbearbeitung bereinigen (die nicht benötigten Knoten anklicken und löschen, danach Kanten begradigen).

Dann wird wieder der große Kreis genommen, diesmal wieder mit Rand und dann umgewandelt als Ring, welcher mit der vorherigen Struktur vereint wird.

Anschließend wird das fertige Objekt in VisiCut geladen, für das Material die passende Leistung und Geschwindigkeit (bzw. das Material und die Dicke) ausgewählt und dann kann es auch schon mit dem Schneiden losgehen.

Untersetzer

Anwendungsbeispiel



*posterbuch.svg - Inkscape

H: 357.871 W: 1111.55

Align and Distribute (Shift+Ctrl+A)

Relative to: Last selected
Treat selection as group:

Align: Distribute:

Distribute:

Rearrange:

Remove overlaps: H: 0.0 V: 0.0

Align and Distribute (Shift+Ctrl+A)

Fill and Stroke (Shift+Ctrl+F)

Find/Replace (Ctrl+F)

Transform (Shift+Ctrl+T)

X: 1684.07 Y: 3464.53 Z: 232%

This screenshot of the Inkscape interface shows a complex SVG file named "posterbuch.svg". The main canvas displays a large red shape composed of several nested and offset rectangular paths. The left sidebar contains the standard Inkscape tool palette with icons for selection, drawing, text, and other functions. The right sidebar features the "Align and Distribute" panel, which includes sections for Align, Distribute, Rearrange, and Remove overlaps. Below these are expanded sections for Align and Distribute, and at the bottom are three checkboxes for Fill and Stroke, Find/Replace, and Transform, each preceded by an input checkbox. The status bar at the bottom right shows the current coordinates (X: 1684.07, Y: 3464.53) and zoom level (Z: 232%).

Box

Anwendungsbeispiel

Um aus dem planaren lasergeschnittenen Design 3D-Objekte zu machen, bieten sich in den meisten Fällen entweder Verzahnungen an den Seiten oder Einbuchtungen für Verschraubungen an. Für Boxen kann man das sogar schon automatisiert machen (<https://www.makercase.com/>).

Hier erstellen wir eine Box manuell: Wir starten mit Rechtecken der gewünschten Größe. Darauf werden mehrere „materialdicke“ Rechtecke mit der Hälfte der Seitenwandhöhe platziert, bei je zwei Seiten rechts und links am Rand ausgerichtet als Einschnitte mit etwas Abstand nach oben/unten sowie zwei weitere kleiner links am Rand für den Deckel und unten etwas abgesetzt vom Rand für den Boden (auf das Bild auf der Vorderseite bezogen).

Letztere Rechtecke werden auch an den Deckel und Boden außen angesetzt (deren Größen durch den Abstand der Einschnitte

vorgegeben sind).

Danach werden diese Rechtecke mit dem Deckel und Boden zusammengebracht, dabei ist sicherzustellen, dass sie lückenlos angefügt sind.

Anschließend kann man, um ein wenig Laserschnitt zu sparen, die Ausschnittrechtecke von den Seitenwänden abziehen.

Zur Verschönerung werden die Kanten abgeschrägt (Eckknoten auswählen und verschieben) und z.B. ein Motiv auf den Seitenwänden als Demo zum Markieren hinzugefügt.

Danach kann das Ganze an den Lasercutter zum Schneiden und Markieren gehen.

Zur Montage werden zunächst zwei Seitenwände auf den Boden gesteckt (zwei Ausschnitte), anschließend die beiden anderen von oben eingesteckt und damit der Boden fixiert. Fertig!

Box

Anwendungsbeispiel

The screenshot shows the Inkscape interface with a document titled "posterbuch.svg". The main canvas displays a design for a book cover. A large blue rectangular area represents the book's front cover, featuring a circular red pattern resembling the Flower of Life. To the right of the blue area, there is some red text that appears to be "Laserschneiden". On the left side of the blue area, there is a vertical strip with a repeating geometric pattern. The Inkscape interface includes various toolbars, a color palette at the bottom, and a sidebar with tool buttons. The right side of the interface contains panels for "Layers", "Fill and Stroke", and "Transform".

A photograph of a physical book cover made of light-colored material. The front cover features a circular black pattern similar to the one in the Inkscape design. Below the pattern, the word "Laserschneiden" is printed in a small, sans-serif font. The spine of the book is visible on the left, showing a similar pattern.

Biegbare Kanten

Anwendungsbeispiel

Per Laser kann man auch ansonsten starres Material wie Karton durch eine gelaserte Struktur biegsam machen. Komplexe Varianten davon findet man im Netz, hier bauen wir eine einfache Linienvariante. Dazu ziehen wir zunächst ein kleines Rechteck auf (Einzellinien würden natürlich auch gehen), hier z.B. 3*20mm. Das wandeln wir in einen Pfad und löschen mit dem Knotenbearbeitungstool die obere und untere Kante, was zwei parallele Linien ergibt. Diese werden dann dupliziert, und einmal z.B. um 21mm jeweils senkrecht nach unten verschoben, bis die gewünschte Biegelänge erreicht ist (kann beispielsweise einem Kreisumfangsabschnitt entsprechen).

In einem zweiten Durchlauf wird dann jedes Objekt nur noch einmal um die Hälfte, also 10,5mm nach unten, dafür aber auch 1,5mm zur Seite verschoben, was zueinander versetzte Verbindungselemente ergibt. Das dann

einfach immer weiter seitlich wiederholen, bis der notwendige Biegeradius erreicht ist.

Wenn man einen bestimmten Radius braucht, lässt sich dieser einfach aus Kreisumfang = $2\pi \cdot \text{Radius}$ ausrechnen, wobei die Breite der Einschnittkonstruktion nicht ganz dem erforderlichen Kreisumfangsteil entsprechen muss, da die Struktur auch etwas dehnfähig ist.

Da hier relativ viele Duplikate verwendet werden, ist meist noch eine Kontrolle auf doppelte Linien sinnvoll, dazu einfach alle Linien halb-transparent machen und darauf achten, ob alle Einzellinien dieselbe Farbe haben.

Danach einfach mit dem Lasercutter ausschneiden und testen.

Biegbare Kanten

Die Lernkarten-Reihe

Bombini Verlags GmbH
Kaiserstraße 235
53113 Bonn
www.bombini-verlag.de

Die Lernkarten im Bombini-Verlag

Die Lernkarten-Reihe im Bombini-Verlag behandelt die wichtigsten Werkzeuge einer modernen Maker-Werkstatt: der 3D-Drucker, der Lasercutter, der 3D-Scanner, der Mikrocontroller, die Fräse und die Nähmaschine.

Jedes Lernkarten-Set vermittelt vierfarbig die Grundkenntnisse im Umgang mit diesen digitalen Werkzeugen. Neben Basics werden praxisnahe Tipps und Tricks beschrieben. Attraktive Praxisbeispiele geben Anregungen für eigene Projekte.



 **bombini**
verlag

Laserschneiden

Laserschneiden ist Laubsägen für Faulpelze: Einfach und schnell können zahlreiche Materialien präzise bearbeitet werden. Das Lernkarten-Set führt in das Arbeiten mit Laserschneidern ein. Dazu werden die technischen Grundlagen des Laserschneidens vermittelt. Wichtige Grundregeln des Laserschneidens geben besonders dem Einsteiger eine wichtige Orientierung, ebenso wie Praxistipps und bewährte Tricks im bequemen Lernkarten-Format. Die wichtigen Software-Lasercutting-Werkzeuge werden vorgestellt, so dass die gesamte Software-Bearbeitungskette behandelt wird. Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen die Leistungsfähigkeit von Lasercuttern auf und geben Anregungen für eigene Projekte.

Das Lernkarten-Set *Laserschneiden* besteht aus 17 doppelseitigen, farbigen Lernkarten. Jede Lernkarte behandelt ein abgeschlossenes Thema.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Die Lernkartensets wurden gedruckt mit freundlicher Unterstützung der RWTH Aachen und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in dem Förderprogramm Photonik Forschung Deutschland, Förderkennzeichen: 13N14065.



9 783946 496175

ISBN 978-3-946496-17-5
12,95 € [D]
www.bombini-verlag.de


bombini
verlag