

Lasercutter- Einweisung

In dieser Einweisung findest du die verbindlichen Anweisungen, wie unsere Lasercutter zu benutzen sind, sowie weitere hilfreiche Ressourcen, Tipps und Tricks.

- [Was du dir merken musst](#)
- [Materialien](#)
- [Grundlagen](#)
 - [Die verschiedenen Laser im Überblick](#)
 - [Bearbeitungsmöglichkeiten](#)
- [Job vorbereiten und abschicken](#)
 - [Job vorbereiten mit Inkscape](#)
 - [Job erstellen und senden](#)
- [Technische Daten](#)
- [Anhang](#)
 - [Export aus FreeCAD](#)
- [Herstellerhandbuch](#)

Was du dir merken musst

Den Inhalt dieses Kapitels musst du immer parat haben. Alles andere kannst du bei Bedarf einfach nachlesen.

Grundregeln

1. Nur zweifelsfrei geeignete Materialien verwenden. Du findest die Liste im [nächsten Abschnitt](#). Unbekannte oder ungekennzeichnete Materialien dürfen nicht verwendet werden. **Nicht erlaubte Materialien gefährden nicht nur das Gerät, sondern auch deine und unsere Gesundheit!**
2. Grundsätzlich verboten sind (leicht) entzündliche Materialien, Geräte mit Akkus/Batterien oder andere gefährliche Dinge. Ausnahmen sind z.B. Feuerzeuge, die noch nie befüllt worden sind, oder Geräte mit Akkus, wenn der Akku von Metall verdeckt ist.
3. Solange der Laser arbeitet, muss **immer** mindestens **eine Person direkt beim Lasercutter bleiben und zusehen!**. Es herrscht **Brandgefahr!**
Betreuer im Lab können einzig dann Ausnahmen hiervon gewähren (nur nach Rücksprache!), wenn Materialien bearbeitet werden wie Stein, Metall oder Echtglas (keinesfalls Plexiglas!). Das gilt nur, wenn **alle brennbaren Materialien** aus dem Lasercutter (insbesondere aus dem Wabentisch) entfernt wurden!
Verstöße gegen diese Regel werden sehr ernst genommen.
4. Alle Arbeiten erfolgen in eigener Verantwortung der Benutzer und auf eigenes Risiko. Das FabLab ist nicht haftbar für Beschädigungen irgendeiner Art.
5. Immer den Fokus korrekt setzen! Wenn der Fokus nicht korrekt gesetzt ist, verbreitert sich der Strahl, weswegen die die Laserleistung nicht optimal werden kann. Statt eines möglichst schmalen Schnitts wird eine größere Fläche aufgeheizt, welche durch das umgebende (kalte) Material nicht ausreichend abgekühlt wird.
Das Setzen des Fokus ist eine Maßnahme des vorbeugenden Brandschutzes und verhindert darüber hinaus schlechte Ergebnisse!
6. Nichts schrauben, nichts verstellen!
 - Die Maschinenbetreuer stellen das Gerät korrekt ein. Veränderungen dürfen nur sie vornehmen.
 - Ausnahme: die Schrauben des Wabentischs dürfen zur Reinigung geöffnet werden. Der Wabentisch selbst darf nur von eingewiesenen Personen komplett entfernt werden.
7. Das Wabengitter ist empfindlich! Keine schweren Objekte ablegen! Maximalbelastung (verteilt auf die Fläche) ist 1 kg.

- Du darfst z.B. Schraubenschlüssel als Beschwerung deiner Platten nutzen, wenn diese verzogen sind. Achte aber bitte auf das Gesamtgewicht.
8. **Im Brandfall ausschließlich(!) mit CO₂-Löcher löschen**, niemals mit Pulver-, Schaum- oder Wasserlöscher. Im Zweifelsfall Betreuer hinzuziehen. **Bei größeren Feuern direkt die Feuerwehr rufen (Euronotruf 112)!**
- Ein geeigneter Feuerlöscher steht in direkter Nähe zum Gerät. Er ist mit einem Hinweisschild gekennzeichnet. Ein zweiter Löscher ist vorhanden, bitte Betreuer rufen.
 - Weitere Informationen in den Abschnitten [Flammenbildung](#) und [Brandfall](#).
9. **Keine Magnete** in oder um den Lasercutter verwenden!
Der Lasercutter verwendet Magnete und entsprechende Sensoren, um das korrekte Schließen aller Öffnungen zu überwachen. Nur wenn deren Funktion gegeben ist, funktionieren die Sicherheitseinrichtungen und er ist der entsprechenden Schutzklasse zuzuordnen.
10. *Nur Epilog Zing 24*: Es gibt **keinen** Not-Aus-Schalter. Bei Druck auf ? fährt der Laser die aktuelle Linie noch zu Ende. Sofortiges Stoppen der Bewegung nur durch Benutzung des Ein-/Ausschalters auf der Rückseite des Geräts.
11. Der Laserkopf muss sich in seiner Ebene komplett frei in alle Richtungen bewegen können, ohne gegen Hindernisse (das Material, Hilfsmittel zum Niederhalten des Materials, etc.) zu stoßen!
12. **Bei Kollision des Laserkopfs sofort Not-Aus und Betreuer rufen!** Das Gerät muss sofort außer Betrieb genommen werden (Netzkabel abziehen und verstauen, Schild anbringen, Maschinenbetreuer informieren). Erst nach Prüfung der Achsen ist eine Wiederinbetriebnahme gestattet. **Auf keinen Fall vorher "zum Testen" wieder einschalten, hoher Sachschaden möglich!**

Flammenbildung

Eine *kleine* Flamme am Laserpunkt treten manchmal bei brennbaren Materialien auf.

- *bei Epilog Zing 24*: zum Pausieren ? drücken

Bis zum Anhalten kann es unter Umständen etwas dauern, da der Lasercutter die Linie noch zu Ende fährt!

Um die Flammen zu unterdrücken: Sicherstellen, dass die Absaugung eingeschaltet ist und *Air Assist* (Kompressor, der Luftschleier um die Linse liegt, kann man mit der Hand unter der X-Achse fühlen; einzuschalten an der Absaugung) eingeschaltet ist.

Hinweis: Bei manchem Material lässt sich die Flammenbildung nicht vermeiden und ist auch nicht weiter schlimm. Solange sich die Größe der Flamme auf wenige cm beschränkt (einige cm unterhalb der Linse), ist dies in Ordnung. Im Zweifelsfall Betreuer holen und begutachten lassen.

Im Brandfall

Bei *größeren* Flammen oder starker Rauchentwicklung **muss das Lasern sofort unterbrochen werden**, da sonst die Optik und/oder Mechanik beschädigt werden!

- **Deckel öffnen!** (Laser wird ausgeschaltet, der Kopf wird weiterfahren)
- **Betreuer rufen!**
- **Letzter Ausweg ist das Löschen mit dem CO₂-Feuerlöscher!** Kurze Sprühstöße abgeben!

Der Feuerlöscher befindet sich in direkter Nähe zum Lasercutter. Ein weiterer Feuerlöscher findet sich neben dem Schaltschrank an der Haupteingangstür. **Beide Orte sind mit Hinweisschildern gekennzeichnet!**

- Bei weiterer Eskalation unverzüglich **Feuerwehr rufen und das Lab evakuieren** -- Erstickungsgefahr durch Bildung von giftigen Rauchgasen und Kohlenstoffmonoxid!

Wieso muss ich immer neben dem Laser stehen bleiben?

Bild eines ausgebrannten Lasercutters des FabLab Leuven

Bild: Ein ausgebrannter Lasercutter des FabLab Leuven. Der Benutzer meinte, weil die Datei dreimal funktioniert hat, müsse man beim vierten mal nicht mehr dabeibleiben.

Das HappyLab Wien ist außerdem wegen eines Lasercutters einmal komplett ausgebrannt!

Alles bis hier musst du auswendig wissen. Den Rest kannst du bei Bedarf nachschauen.

Materialien

Wenn dein Material nicht in der Liste steht, ist es nicht erlaubt! Viele Kunststoffe sehen ähnlich aus, und Baumärkte haben schon oft falsche Sorten verkauft, weshalb Kunststoff ohne eindeutige Beschriftung nicht gelasert werden darf.

Erlaubt

- Nicht brennbare Materialien: Metall, Stein, Glas, Keramik
- Dünne Lackschichten auf Metall (*keine Teflonbeschichtungen*)
- erlaubte Kunststoffe (**Material muss entsprechend gekennzeichnet sein, entweder auf der Schutzfolie oder auf der Verpackung!**):
 - Acrylglas bzw. "Plexiglas" (PMMA)
 - PET und PETG (z.B. Overheadfolie)
 - Moosgummi (EVA-Schaum)
 - POM (Polyoxymethylen, "Delrin")
 - Polyethylen (PE), Polypropylen (PP): Schaumstoffe gehen gut, Platten schlecht laserbar aber trotzdem erlaubt
 - Polystyrol (PS) bis 1mm Dicke
 - Polycarbonat (PC) bis 1mm Dicke
- Papier, Pappe, Karton
- Holz (auch Sperrholz, MDF, HDF und ähnliche Werkstoffe, die nur aus Holzfasern und Leim bestehen)
- "trockene" Nahrungsmittel, soweit bekannt, wie bspw. Äpfel (nur gravieren), Butterkeks ohne Schokolade, Brezen, ...
- spezieller Stempelgummi für Laserbearbeitung aus dem FabLab (die meisten stinken extrem, daher keine mitgebrachten!)
- Heißlaminierfolie *nur* wenn sie laut Datenblatt vom Hersteller aus PET und EVA besteht (keine Kaltlaminierfolie, diese enthält oft PVC!)
- Baumwolle (auch Viskose), Leinen
- Bastelfilz, wenn aus Viskose bzw. Viskose-Wolle-Mischung (Wolle stinkt aber beim Lasern)
- Schellack (nur nach Rücksprache mit Betreuern! Verwechslungsgefahr: normale Schallplatten sind **nicht** aus Schellack sondern aus PVC ("Vinyl") und daher **verboten!** Das Material muss zweifelsfrei nachzuweisen sein (Verpackung, Schutzfolie).)
- Leder (Kunstleder ist gesondert zu prüfen - vorher mit Betreuer klären!)

Verboten

- **Im Zweifelsfall alles, was nicht erlaubt ist!**
- Nicht eindeutig identifizierbare Kunststoffe ("irgendwas durchsichtiges", "hab ich aus dem Baumarkt", ...)
- Spritzendes/stark wässriges Material (z.B. Schokolade)
- Schallplatten aus "Vinyl" (PVC!) (Schellack siehe vorheriges Kapitel)
- ABS, Epoxidharz (GFK, CFK, Platinen), weil es übel stinkt!
- Polystyrol (PS) und Polycarbonat (PC) dicker als 1mm, weil es beim Lasern spritzt und das Gerät übel versaut (ja, wir haben damit Erfahrung!)
- Polyamid (PA), Polyurethan (PU), Textilien mit Nylon-Anteil (PA) oder Elastan-Anteil (PU), NBR-Gummi (Nitrilkautschik) und **alle Stoffe, die gleichzeitig H-, C- und N-Atome (Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff) enthalten** (entwickeln **hochgiftige Blausäure** (Cyanwasserstoff, HCN))
- halogenhaltige Kunststoffe wie Polyvinylchlorid (PVC, "Vinyl", "Neopren"), PTFE ("Teflon") und andere PFAS (Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen): entwickeln **hochgiftige Salz-/Flusssäure**

Neues Material

Um ein neues Material in die Liste aufzunehmen, frage bitte bei vorstand@fablab-altmuehlfranken.de bzw. bei den Maschinenbetreuern. Die Entscheidung treffen Betreuer:innen mit ausreichendem chemischen Sachverstand in Absprache mit der Arbeitssicherheitsgruppe des FabLabs.

Es wird zuerst geprüft, ob korrosive oder giftige Dämpfe entstehenn. Dann gibt es einen Versuch, ob das Material beim Lasern *nicht* spritzt, fürchterlich stinkt o.ä. Wenn alles passt, wird das Material in die Liste aufgenommen und eine Voreinstellung angelegt.

Grundlagen

Die verschiedenen Laser im Überblick

Epilog Zing 24

Der Lasercutter hat zwei Laser. Es gibt einen roten Punkt ("Laserpointer"), der weitestgehend harmlos ist (nicht in den Strahl blicken, Vorsicht bei Spiegeln im Laser!), welcher auch bei geöffnetem Deckel funktioniert. Dieser wird zur Einrichtung des Materials und zum Testen des Programms verwendet.

Der eigentliche Laser, ein Infrarotlaser mit hoher Leistung, wird sofort abgeschaltet, wenn die Schutzscheibe oder seitliche Klappen geöffnet werden. Von ihm geht keine Gefahr aus, solange die Schutzeinrichtungen funktionieren und nicht manipuliert werden (z.B. durch Magnete in Nähe).

Magnete innerhalb und außerhalb des Lasers sind absolut untersagt. Es gilt ein Sicherheitsabstand von 50cm!

Bearbeitungsmöglichkeiten

Lasercutter folgen entweder sogenannten Vektoren, d.h. sie fahren entlang der in der Eingabedatei vorhandenen Pfade, oder sie rastern (für Gravuren). Die verschiedenen Verfahren werden in diesem Abschnitt vorgestellt.

Vektormodus

Vektorfahrten dienen dem Schneiden oder Markieren des zu bearbeitenden Materials. Das Markieren wird mit geringsten Leistungen (gerade so viel, damit der Laser eine Spur hinterlässt) bei maximaler Geschwindigkeit durchgeführt. Beim Schneiden wird mit einer auf das Material abgestimmten Leistung und Geschwindigkeit gearbeitet.

Der Laser folgt hierbei den in der Ausgangsdatei angelegten Pfaden. Der Lasercutter ist wie die meisten CNC-gesteuerten Geräte "dumm": Doppelte Linien werden beispielsweise auch doppelt geschnitten. Sollten sich Linien nicht exakt treffen, bleibt dort Material stehen. Sollten die Parameter zu stark gewählt sein, werden die Schnittkanten über die Maßen verbrannt oder es bilden sich sogar Flammen und versauen die Oberfläche. Sollten die Parameter zu schwach gewählt sein, wird das Material (stellenweise oder gänzlich) nicht durchtrennt. Ein weiterer Durchgang kann notwendig sein, dies ist jedoch nicht zu empfehlen (TODO Link auf FAQ).

Für die meisten Materialien gibt es bereits Voreinstellungen, die regelmäßig aktualisiert werden. Weitere Informationen hierzu im TODO Link auf "Job senden".

Rastermodus

Im Rastermodus wird die Eingabegrafik auf das Material "gerastert". Genau wie bei Raster- oder "Pixel"grafiken wird das Bild in eine Abfolge von einzelnen Punkten nach dem vorgegebenen DPI-Wert aufgelöst. DPI steht für "Dots per Inch", also "Punkte pro Zoll", und ist ein in der Grafik und im Druck gebräuchliches Maß für die Auflösung einer Grafik.

- **Epilog Zing 24:** unterstützt laut Handbuch zwischen 100 und 1000 DPI.

Unsere Voreinstellungen bieten drei verschiedene Auflösungen an:

- **grob:** 100 DPI, zum schnellen Testen eines Entwurfs, schnellste Einstellung
- **standard:** 250 DPI, auf Holz nicht von feineren Auflösungen zu unterscheiden
- **extra fein:** 500 DPI, macht nur auf Materialien wie z.B. Glas einen Unterschied und auch nur auf kürzester Distanz

Zum Vergleich: Druckereien verwenden im Regelfall 300 DPI auf Papier für Werbematerialien wie Plakate und Flyer. Große Werbeartikel wie z.B. Banner werden mit 150 DPI gefertigt. Sehr große Materialien wie z.B. Gerüstplanen werden teilweise noch deutlich "grober" gefertigt!

Vektoren werden beim Vorbereiten für das Lasern (siehe TODO Kapitel) automatisch gerastert, sofern sie graviert und nicht geschnitten/markiert werden.

Bitte beachte, dass z.B. das Markieren für dünn(s)te Linien viel besser geeignet ist und auch schneller geht als eine Gravur.

Hinweis: Jobs im Rastermodus dauert im Regelfall sehr lange. Bitte plane genug Zeit ein! Falls du sehr viel zu lasern hast, lasse bitte andere Besucher:innen zwischendurch an das Gerät!

Im Rastermodus gibt es zwei Modi, die unterschieden werden müssen: die "normale" Gravur und die 3D-Gravur. Während erstere ein sogenanntes Dithering-Verfahren verwendet und bei gleichbleibender Laserleistung mehr oder weniger Punkte setzt, um verschiedene Graustufen abzubilden, wird bei der 3D-Gravur die Leistung in helleren Bereichen reduziert.

"Normale" Gravur (mit Dithering)

Bei der "normalen" Gravur wird die Helligkeit jedes einzelnen Pixels berechnet, der in der Eingabegrafik vorhanden ist. Durch Anwendung eines [Dithering-Verfahrens](#) wird das Bild in eine Schwarz-Weiß-Repräsentation umgerechnet, da der Lasercutter in diesem Modus entweder gar nicht oder mit der eingestellten Leistung arbeitet. Um die entsprechende Helligkeit der Grafik im Material wiederzugeben, berechnet der Dithering-Algorithmus eine Abfolge von Punkten mit voller Leistung und ohne Aktion, die dieser gerecht wird. Ein einfaches Dithering-Verfahren würde z.B. bei 50 Prozent Helligkeit jeden zweiten Punkt setzen.

Die von uns verwendete Software [VisiCut](#) bietet verschiedene Dithering-Verfahren an, von sehr einfachen bis hin zu ausgefeilten Verfahren wie dem [Floyd-Steinberg-Algorithmus](#). Diese werden in den folgenden Grafiken illustriert:

Vergleich verschiedener Dithering-Algorithmen am Beispiel von Michelangelos Statue des David

Am Beispiel von Michelangelos David zeigt die obige Grafik einige Dithering-Verfahren, die jeweils unterschiedliche Ergebnisse erzeugen (Afrank99, M.G.Berberich, lizenziert unter der *CC-By-SA 3.0 unported*).

Verschiedene Halbtonverfahren, links das Ausgangsbild, in der Mitte ein 8×8-Halbtonraster, rechts F

In dieser Grafik werden verschiedene Halbtonverfahren gezeigt: links das Original, in der Mitte ein Halbtonraster, rechts der Stucki-Algorithmus (ein auf dem Floyd-Steinberg-Algorithmus aufbauendes Verfahren).

Der Druckertreiber des Herstellers, der von uns zur Steuerung nicht eingesetzt und nicht empfohlen wird, bietet zwei Verfahren an, ein unbekanntes namens "Standard" und den Stucki-Algorithmus.

Die Gravurgeschwindigkeit wird nicht variiert und bleibt während des gesamten Vorgangs gleich.

3D-Gravur

Bei der 3D-Gravur wird die Helligkeit jedes einzelnen Pixels berechnet, der zu gravieren ist. Diese Helligkeit wird in eine Laserleistung relativ zur eingestellten Maximalleistung umgerechnet. Der Lasercutter graviert demnach mit sich kontinuierlich ändernden Leistungen. Dies sorgt für einen dreidimensionalen Effekt, da jeder Pixel unterschiedlich tief graviert wird. Je nach Material ist dieser Effekt stärker oder schwächer.

Die Gravurgeschwindigkeit wird nicht variiert und bleibt während des gesamten Vorgangs gleich.

Job vorbereiten und
abschicken

Job vorbereiten mit Inkscape

Nach dem Erstellen der Datei öffnest du sie an einem unserer Lab-Rechner mit Inkscape. Inkscape unterstützt das SVG-Format am Besten, ggf. solltest du deine Datei vorab in dieses Format konvertieren.

Hinweis: nur weil eine Datei eine Vektorgrafik ist, heißt das nicht, dass sie direkt laserfertig ist! Viele Dateien "aus dem Internet" oder auch Exporte von CAD-Software (z.B. FreeCAD) sind Exporte aus anderen Formaten und enthalten problematische Pfade, doppelte Linien o.Ä. Im Abschnitt TODO s.u. wird dies erläutert.

Standardprofil "rot schneiden, grün markieren, blau ignorieren, Rest gravieren"

Unser Standardprofil trägt, wie die Überschrift schon andeutet, den Namen "**rot schneiden, grün markieren, blau ignorieren, Rest gravieren**". Sofern die Datei entsprechend angelegt ist, müssen im nächsten Schritt kaum Einstellungen (eigentlich nur die Materialparameter) vorgenommen werden.

Das Profil hat sich in vielen anderen Labs bewährt.

- **rot:** rote Linien (Pfade, Vektoren) werden im Vektormodus mit entsprechend hoher Leistung und angepasster Geschwindigkeit geschnitten. Rastergrafiken werden ignoriert.
- **grün:** grüne Linien werden im Vektormodus mit geringer Leistung und maximaler Geschwindigkeit "angeritzt". Rastergrafiken werden ignoriert.
- **blau:** blaue Elemente (Pfade und Rastergrafiken) werden ignoriert. Das erlaubt das Hinzufügen von Hilfselementen (z.B. zur Positionierung einer Rückseite) oder Kommentaren direkt in der Datei, ohne diese explizit ignorieren zu müssen.
- **Rest:** alle anderen Elemente (Pfade und Rastergrafiken) werden wie eine Graustufengrafik mit der Standardauflösung graviert bzw. gerastert.

Datei vorab auf Lasereignung prüfen (insbesondere doppelte bzw. mehrfache Linien vermeiden)

Dateien, die "aus dem Internet" stammen oder auch Exporte technischer Zeichnungen aus gängiger CAD-Software wie [FreeCAD](#) sind oft nicht direkt geeignet zum direkten Laserschneiden. Sie enthalten regelmäßig doppelte Linien und Pfade, nicht ganz verbundene Linien oder unsichtbare Elemente außerhalb des eigentlichen Objekts, die beim Import in Inkscape oder (beim TODO Verweis Erstellen und Abschicken des Jobs) VisiCut Probleme bereiten können.

Es ist daher ratsam, jede solche Datei in Inkscape zu überprüfen.

TODO:

- Linien testweise verschieben, um doppelte Linien zu erkennen
- unsichtbare Elemente mit Objekt-/Ebenenmenüs suchen und entfernen
- Farben auf Standardschema anpassen

Job in VisiCut öffnen

VisiCut kann zwar direkt manche SVG-Dateien öffnen, unterstützt jedoch nur einen Teil der Merkmale des Formats. Software wie Inkscape nutzt eine Vielzahl von Erweiterungen des SVG-Formats, um Objekte wie Ellipsen, Vielecke oder Texte korrekt darzustellen und die in Inkscape angebotenen Features abspeichern zu können. Um Texte beispielsweise richtig darstellen zu können, müsste VisiCut die zugehörige Schriftart nicht nur öffnen können, diese müsste auch auf dem System korrekt installiert sein.

VisiCut liefert daher ein Inkscape-Plugin mit aus, das als Bindeglied zwischen dem umfangreichen Werkzeug Inkscape und VisiCut, das nur einen Teil der SVG-Spezifikation unterstützt, dient. Das Plugin wandelt zunächst die "Inkscape-SVG"-Datei in eine "einfache" SVG-Datei um, konvertiert alle komplexen Objekte und Texte in einfache Pfade umzuwandeln. Diese Pfade sind dann geometrisch vollständig bestimmt. Da man in VisiCut selbst keinerlei Vorteil daraus zieht, dass die Objekte im Originalzustand geöffnet werden (also nicht in Pfade konvertiert werden), ist dies eine gute Möglichkeit, Kompatibilitätsprobleme zu vermeiden.

Um eine Datei aus Inkscape heraus in VisiCut zu öffnen, musst du im Menü `Erweiterungen` das Untermenü `Lasercut Path` (ggf. ähnliche Schreibweise) öffnen. Hier findest du zwei Schaltflächen:

- `Add to VisiCut` (deutsch: "zu VisiCut hinzufügen") lädt die Datei zusätzlich zu dem in VisiCut geöffneten Dokument. Dadurch können ggf. mehrere Dateien auf einmal gelasert werden. Sofern VisiCut noch nicht läuft, wird dieses einfach gestartet und die Datei regulär geladen.
- `Open in VisiCut` (deutsch: "in VisiCut öffnen") ersetzt das in VisiCut geöffnete Dokument mit der aktuellen Datei. In VisiCut getroffene Laser-Einstellungen werden beibehalten. Sofern VisiCut noch nicht läuft, wird dieses einfach gestartet und die Datei regulär geladen.

Hinweis: sofern in Inkscape einzelne Objekte ausgewählt sind, werden nur diese an VisiCut geschickt. Falls nichts ausgewählt ist, wird das gesamte Dokument geladen. Es ist immer eine gute Idee, die Objekte, die zu lasern sind, vor Benutzung der Erweiterung auszuwählen.

Job vorbereiten und abschicken

Job erstellen und senden

Wir nutzen zur Erstellung der Laser-Jobs die Software [VisiCut](#), die auch in vielen anderen FabLabs im Einsatz ist. Sie wurde explizit für diese Aufgabe entwickelt und die Benutzerschnittstelle ist extra darauf ausgerichtet.

Standardmäßig nutzen die meisten Laser-Cutter reguläre Druckertreiber, die bestimmte Farben als Vektor- und Rasterfahrten erkennen. Diese sind sehr viel eingeschränkter nutzbar und meist auf proprietäre Betriebssysteme wie Microsoft Windows limitiert. VisiCut bietet eine weitaus größere Flexibilität und kann nicht nur verschiedene Farben in verschiedene Verfahren übersetzen, auch eine Unterscheidung z.B. nach Ebenen ist möglich.

Im folgenden Abschnitt erklären wir die Grundzüge der Verwendung von VisiCut.

Job in VisiCut öffnen

Dokumente werden mittels der im vorherigen Abschnitt TODO vorgestellten Inkscape-Erweiterung an VisiCut geschickt.

Wir raten davon ab, (SVG-)Dateien direkt in VisiCut zu öffnen! Das Inkscape-Plugin konvertiert Eingabedateien zunächst in ein einfaches, geometrisch bestimmtes Format. Texte und Objekte wie Ellipsen oder Vielecke, die SVG nicht direkt unterstützt und die Inkscape als "Erweiterung" in der SVG-Datei speichert, werden automatisch in Pfade konvertiert.

Grundeinstellungen (für erfahrene Benutzer)

- Um ein gutes Ergebnis beim Ausschneiden zu erhalten, ist es nötig, dass genug Rand übrig ist, um das Objekt auch ausschneiden zu können. Das Objekt sollte in VisiCut immer einige Millimeter vom Rand wegbewegt werden. Achte auf Ausfransungen vom Zuschnitt der Platten!
- Immer daran denken, dass das Lineal am Wabentisch nicht laserfest ist! Lieber einige Millimeter Abstand hierzu lassen, indem das zu lasernde Material in VisiCut vom Rand weggeschoben wird! (Siehe auch TODO Mapping)

- Nutze das Standardmapping, so viel es geht! Lege deine Dateien in den Farben rot, grün, blau an!
- Den besten Kontrast beim Gravieren erreichst du mit Vollfarben bzw. einem vollen Schwarzton!

Übersicht über VisiCut-Benutzerschnittstelle

Beispiel eines in VisiCut geöffneten Projekts

Das obige Bildschirmfoto zeigt die VisiCut-Benutzerschnittstelle, in der eine Beispieldatei geöffnet wurde. Einige Elemente wurden mit Ziffern hervorgehoben:

1. In der "Vorschau" werden die geöffneten Dateien gezeigt. Sie besitzt die Größe der Laserfläche, um die Positionierung zu erleichtern.
Vektorfahrten werden rot gezeigt, Gravuren schwarz bzw. in Graustufen. Die Farben werden erst so angepasst, nachdem ein Mapping ausgewählt wurde (siehe Ziffer 6).
2. In dieser Liste finden sich die verschiedenen Lasercutter. Sobald mehr als ein Laser vorhanden ist, muss der passende hier zunächst ausgewählt werden.
3. In der Materialliste finden sich Voreinstellungen für die gängigsten Materialien. Insbesondere die von uns verkauften Materialien sind hier zu finden.
Die Werte müssen regelmäßig angepasst werden, da die Leistung des Lasers nicht konstant ist, sondern von verschiedenen Faktoren abhängt (z.B. das Alter der Röhre, die Verschmutzung der Optik, ...). Während der Maschinenwartung werden diese regelmäßig aktualisiert.
4. Die Dicke oder "Stärke" des eingelegten Materials. Da beim Schneiden der Fokus in die Mitte des Materials gelegt werden soll, ist es wichtig, die Materialstärke korrekt anzugeben.
VisiCut berechnet nicht automatisch den Fokus von Schnitten, der Wert ist eher kosmetischer Natur. Der Fokus in der Mitte des Materials wird im entsprechenden Laserprofil angegeben.
Sofern die exakte Materialstärke nicht in der Liste vorhanden ist, ist kein Profil angelegt. Hierbei gelten folgende Grundsätze:
 - Eine etwas dickere Voreinstellung auszuwählen schadet nicht (z.B. 4mm statt 3mm). Beachte: der Fokus beim Schnitt verschiebt sich hierbei. Eine Abweichung von wenigen 10tel Millimetern ist tolerierbar. Da das Material sowieso auf der Oberfläche fokussiert wird, hat die Auswahl der Dicke im Regelfall keinen Einfluss auf diese Werte.
 - Werte sind aufzurunden: 3,7mm können als 4mm betrachtet werden. 4.3mm sollten als 5mm behandelt werden. In der Nähe des Lasercutters sind eine einfache Dickenschablone und ein Messschieber ("Schieblehre") platziert, die die einfache

Messung erlauben.

5. Die drei Reiter `Mapping`, `Position` und `Laser-Einstellungen` werden in den nächsten Abschnitten erläutert.
6. Hierbei wird ebenfalls auf die folgenden Abschnitte verwiesen.
7. In diesem Feld kann ein Präfix angegeben werden, das dann auf dem Laser zu lesen ist. Dieses Präfix dient der Unterscheidung verschiedener nacheinander oder parallel geschickter Jobs. Es sollte nicht zu lang sein (idealerweise weniger als 8 Zeichen) und eindeutig zum Benutzer zuzuordnen sein.

Beispiele:

- Dein Name ist Maria Musterfrau. Du laserst heute acht Dateien. Dies ist der zweite Versuch der sechsten Datei. Ein gutes Präfix lautet `MM_8_2`.
- Dein Name ist Franz Bauer und du möchtest schnell etwas testen. Du gehst davon aus, dass du mehrere Jobs abschicken musst, bis alles passt. Dein Präfix könnte lauten: `Franz_03`.

Die Reiter `Mapping`, `Position` und `Laser-Einstellungen`

Viele Einstellungen verstecken sich im unteren Bereich der rechten Seitenleiste. Dort finden sich drei Reiter, die im Folgenden vorgestellt werden.

Reiter `Mapping`

Beim `Mapping` werden den einzelnen grafischen Elementen Laserprofile zugeordnet. Dies geschieht z.B. über die Zuordnung verschiedener Farben, z.B. "rot für Schnitt" oder "gelb für Gravur". Auch möglich ist die Zuordnung verschiedener Gruppen bzw. Ebenen, die Unterscheidung verschiedener Strichbreiten oder der Bezug auf einzelne Objekte durch deren Objekt-ID in der SVG-Datenstruktur.

Auswahlmöglichkeiten Drop-Down-Menü `Mapping` in VisiCut

Standardmäßig unterscheiden wir nach Strich- und Füllfarben. Das Standardprofil heißt `schneide rot`, markiere grün, ignoriere blau, graviere Rest:

- rote Linien (bzw. Konturen von Pfaden) werden mit entsprechend hoher Leistung geschnitten (rote Füllungen werden ignoriert)
- grüne Linien (bzw. Konturen von Pfaden) werden mit niedriger Leistung markiert (grüne Füllungen werden ignoriert)
- blaue Elemente werden ignoriert (z.B. Kommentare oder Hilfslinien, die zur Positionierung genutzt werden)
- alles andere wird graviert

Alternativ können alle Elemente einem dieser Profile zugeordnet werden, was für einfache Aufgaben oft ausreicht.

Die einzelnen Profile werden im Abschnitt TODO Laserprofile erläutert.

Um eigene Einstellungen vorzunehmen, empfehlen wir, das Standardprofil auszuwählen und dann den Bleistiftknopf zu drücken. Dort können die Zuordnungen dann angepasst werden.

Benutzerdefiniertes Mapping in VisiCut

Die Bedienung ist einigermaßen selbsterklärend und die Möglichkeiten sind zu umfangreich, um sie an dieser Stelle zu erklären. Erfahrenen Benutzern wird empfohlen, sich hiermit selbstständig zu beschäftigen.

Reiter Position

In diesem Reiter können die Position und die Größe des zu lasernden Objekts exakt eingestellt werden.

Positionseinstellungen in VisiCut

Die Position des zu lasernden Objekts wird vom Referenzpunkt aus relativ zum Koordinatenursprung angegeben.

- *Epilog Zing 24*: Standardmäßig befindet sich der Koordinatenursprung in der hinteren linken Ecke. (*Dort ist der Laser auch am Stärksten.*)

Der Referenzpunkt kann in VisiCut frei gewählt werden. Dies kann nützlich sein, um die Positionierung zu anderen Objekten im Tisch zu vereinfachen. **Dies ist nur für erfahrene Benutzer gedacht!** Soweit möglich, lasse die Voreinstellung "oben links" so stehen.

Du kannst die Position auf dem Wabentisch anhand der Skalen grob abschätzen oder ein Lineal oder einen Meterstab zur Positionierung relativ zur linken hinteren Ecke des Anschlags im Laser nutzen.

Die x - und y -Werte geben die Abstände des Referenzpunkts relativ zum Koordinatenursprung exakt an.

Die Breite und Höhe des Objekts können hier ebenfalls noch einmal eingestellt werden. Mit Klick auf `proportional` wird der jeweils andere Wert automatisch angepasst, wenn einer der Werte geändert wird. Auch der Winkel kann frei eingestellt werden.

Falls das Objekt beim Laden zu groß ist, wird es auf die Laserfläche proportional verkleinert.

Hinweis: es ist sinnvoller, die Größe und den Winkel bereits in Inkscape korrekt anzulegen, da die Änderungen dort in einer SVG-Datei gespeichert werden können!

VisiCut-Projekte können zwar gespeichert werden, es besteht aber die reale Möglichkeit, dass das Objekt nicht mehr geladen werden kann. Außerdem bietet Inkscape viel mehr Möglichkeiten, Maße später wieder abzulesen oder anzupassen. Die Einstellungen in Inkscape sollten als **Notlösung** betrachtet werden!

Reiter Laser-Einstellungen

In diesem Reiter werden die Laser-Einstellungen vorgenommen: nicht nur die Leistung und Geschwindigkeit, auch das Verhalten kann hier konfiguriert werden.

Bei Nutzung der Materialvoreinstellungen ist hier im Regelfall nichts weiter einzustellen. Nur bei Problemen (z.B. "Laser schneidet nicht ganz durch") müssen die Werte hier ggf. angepasst werden. **Sofern die Leistung nicht ausreicht, ist es aber erst sinnvoller, den Laser zu reinigen!** Sprich hierzu bitte mit den Betreuern, die das ggf. an die Maschinenbetreuer weitergeben.

Die hier gezeigten Einstellmöglichkeiten hängen von zwei Faktoren ab: das Mapping gibt die möglichen Profile vor, die angezeigt werden können. Diese werden aber auch nur dann angezeigt, wenn entsprechende Elemente in der Datei vorkommen.

Benutzerdefiniertes Mapping in VisiCut

TODO: Bild aktualisieren, Gravureinstellungen fein -> Standard

Beispiel: das geladene Dokument enthält jeweils einen Text mit schwarzer Füllung und eine dünne rote Randlinie zum Ausschneiden. Es wurde das Standardprofil schneide rot, markiere grün, ignoriere blau, graviere Rest gewählt. In der Liste werden die Einstellungen "gravieren (Standard) (Alles andere)" und "schneiden (Farbe rot)" gezeigt.

Je nachdem, ob es sich bei dem jeweiligen Profil um eine Raster- oder Vektorfahrt handelt, unterscheiden sich die Auswahlmöglichkeiten:

- Bei **Rasterfahrten** können "**power**", "**speed**", "**focus**" und "**bottom up**" konfiguriert werden. "power" und "speed" sind selbsterkärend, die Werte werden in Prozent angegeben. Der Fokus sollte betragen, da sowieso immer auf die Oberfläche das Materials fokussiert wird. "bottom up" sorgt dafür, dass von unten nach oben graviert wird, was verhindert, dass der Abtrag und etwaige Rauchgase sich nicht in der frischen Gravur niederschlagen.
- Bei **Vektorfahrten** können "**power**", "**speed**", "**focus**" und "**frequency**" konfiguriert werden. "power" und "speed" sind selbsterkärend, die Werte werden in Prozent angegeben. Der Fokus sollte in der Mitte des Materials liegen, hierzu **negative Werte** eingeben. Die Frequenz kann auf dem Maximalwert stehen bleiben.

Sofern in der Liste Werte wie "power" oder "speed" auf stehen, ist vermutlich kein Vorgabewert vorhanden. In diesem Fall muss das Material kalibriert werden. Hierzu siehe Abschnitt TODO

Material einstellen.

Laserprofile

Technische Daten

Epilog Zing 24 50W

Die wichtigsten Eckdaten:

- Arbeitsbereich: 610 x 305 mm
- Leistung der Laserröhre: 50 Watt, luftgekühlt
- Art des Lasers: CO₂ (unsichtbare Infrarotstrahlung)
- Integrierter Laserpointer zur Vorschau und Positionierung
- Materialdicke (die in den Laser hineinpasst): 197 mm (7,75 Zoll)
- Air Assist durch externen Kompressor
- Auflösung: 100 bis 1000 DPI, frei wählbar durch Benutzer
- Gesamtgewicht: 64 kg
- Hebegewicht der Auflagefläche: 11,5 kg
- benötigt externe Absaugung mit 595 bis 680 m³/h (oder internes Filtersystem), Absauganschluss 102 mm

Weitere Informationen finden sich [beim Hersteller](#).

Absaugung Epilog UML 340 (gehört zu Epilog Zing 24)

- Umluftfiltersystem
- Ventilatorenleistung: 340 m³/h
- Integrierter Kompressor für Air Assist
- Unterdruck: 9600 Pa
- Saug-/Abluftstutzen 100 mm
- Abscheidegrad > 99,997 %
- Vorfilter: Filtermatte >95%
- Hauptfilter: HEPA H14 - 99,995%
- Aktivkohlefilter: 15 kg
- Antriebsart: Dauerläuferturbine
- Schnittstelle für externe Steuerung vorhanden (Spezifikation auf Anfrage)
- Motorleistung: 1,1 kW
- Gewicht: 84 kg

Anhang

Weiterführende Dokumente rund um das Lasern selbst, das Herstellen von geeigneten Dateien, Tipps und Tricks zu CAD-Software, etc.

Export aus FreeCAD

Der Datenexport von für das Lasern geeigneten Dateien mit FreeCAD ist grundsätzlich auf mehrere Arten möglich. Auf dieser Seite beleuchten wir die verschiedenen Methoden und ihre Vor- und Nachteile.

Getestet und verifiziert mit FreeCAD 1.0 auf Linux und macOS.

Grundlagen

In FreeCAD können sowohl 2D-Skizzen (auch Sketches genannt) und Projektionen (Ansichten aus einer bestimmten "Richtung", engl. Views) in 2D-CAD-Dateiformaten wie `.dxf` exportiert werden.

Je nach Methode muss mehr oder weniger in Inkscape nachgearbeitet werden. Viele Methoden erzeugen leider doppelte, übereinander gelagerte Linien, die dazu führen, dass der Laser Kanten mehrfach bearbeitet. Das sorgt z.B. bei Holz für eine starke Verrußung der Schnittkanten und der umgebenden Flächen, bei Kunststoffen entstehen besonders starke Grate und die Schnittbreite erhöht sich unnötig, was zu ungünstigen Toleranzen führt.

Dateiformate

Von den unterstützten Formaten empfiehlt sich primär das `.dxf`-Format. Dieses wird nativ von Inkscape unterstützt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Format keine Einheiten unterstützt. Sowohl FreeCAD als auch Inkscape nehmen standardmäßig eine Skalierung in mm an, weswegen dies im Regelfall kein Problem darstellt.

Alternativ ist auch ein PDF-Export möglich. Dieses Format unterstützt wie SVG verschiedene Maßeinheiten.

SVG wird zwar teilweise unterstützt, jedoch nicht von allen hier vorgestellten Methoden und ist weniger empfehlenswert.

Das Format wird in FreeCAD unter "Autodesk 2D DXF (.dxf)" gelistet und findet sich in der Liste relativ weit am Anfang.

Empfohlen: Export via Draft-Workbench (3D-Modell)

Eine gut funktionierende Methode, die doppelte Linien im Regelfall vermeiden zu scheint, ist es, mit Hilfe der [Draft-Workbench](#) einen sogenannten [Facebinder](#) zu erzeugen. Hierzu muss von *PartDesign* auf *Draft* gewechselt werden. Dort dann die Oberfläche, die zu exportieren ist, auswählen. Im Menü befindet sich eine Schaltfläche, die den *Facebinder* erzeugt. Dieser kann dann über *Datei*, dann *Exportieren* z.B. als `.dxf`-Datei exportiert werden, welche mit Inkscape geöffnet werden kann. Der *Facebinder* muss natürlich in FreeCAD zunächst ausgewählt werden, bevor er exportiert werden kann.

Empfohlen: Direktexport eines Sketches (2D-Zeichnung)

Der direkte Export einer Zeichnung funktioniert ebenfalls, ohne dass doppelte Linien generiert werden. Hierzu die 2D-Zeichnung auswählen und über *Datei*, dann *Exportieren* z.B. als `.dxf`-Datei exportieren. Die Datei kann dann mit Inkscape geöffnet werden kann. Dies funktioniert direkt in der *PartDesign-Workbench*.

Nicht empfohlen: Export von technischen Zeichnungen mit TechDraw

Diese Methode erzeugt doppelte Linien und ist daher nicht empfohlen. Eigentlich wäre sie zu bevorzugen, da hier direkt SVG-Dateien erzeugt werden könnten.

Herstellerhandbuch

<https://www.epiloglaser.com/assets/downloads/manuals/zing-manual-web.pdf>