

# Lasercutter

Mit dem Lasercutter (im ZAM ein Zing 6030 mit 30W Leistung) kann Kunststoff, Holz, Pappe und Papier graviert und geschnitten werden. Metall kann damit nicht bearbeitet werden. Die Arbeitsfläche ist 30x60cm.

- [Lasercutter Einweisung - Zing](#)
- [Technische Details](#)
- [Demokärtchen](#)
- [Log](#)
- [Wartung](#)
- [Best Practice](#)
- [Lasercutter Einweisung - Trotec Speedy](#)
- [Trotec Speedy 400](#)

# Lasercutter Einweisung - Zing

Diese Zusammenfassung der wichtigsten Punkte für Sicherheit von Mensch und Maschine basiert auf der [Einweisung des FAU FabLabs](#). Details und ausführliche Erklärungen finden sich dort.

## Gefahren und Wichtiges

- **Nutzung nur nach Einweisung.**

Eine Einweisung umfasst eine Besprechung der Gefahren und deren Vermeidung, sowie die praktische Übung am Gerät, inkl. eines "Rollenspiels" zum Brandfall. Dokumentiert wird die Einweisung per Unterschrift.

- **Gerät niemals unbeaufsichtigt betreiben, wegen Brandgefahr.**

Lasercutter schneiden und gravieren mit Hitze, d.h. sie erwärmen, verbrennen oder verdampfen das Werkstück (sehr gezielt). Dabei kann es zu unkontrollierten Bränden kommen. Deshalb muss der Lasercutter im Betrieb immer beaufsichtigt werden um im Brandfall schnell eingreifen zu können.

**Was tun, wenn's brennt?**

*Bei kleinen Flammen: Laserauftrag durch STOP-Knopf anhalten und beobachten.*

1. Deckel anheben (reicht meist)
2. Deckel ganz öffnen
3. Feuer mit nebenstehenden CO<sub>2</sub>-Löscher bekämpfen

*Das HappyLab in Wien ist wegen eines unbeaufsichtigt laufenden Lasercutters einmal ausgebrannt.*

- **Nur geeignete Materialien verwenden, wegen Gefahren für Gesundheit und Gerät.**

Keine unbekannten Materialien. Besonders keine Materialien die giftige Gase entwickeln können, wie zum Beispiel PVC, Teflon, etc. Der Filter wird diese Stoffe nicht restlos entfernen. Außerdem kann das Gerät, besonders die Linse und Spiegel, Schaden nehmen. *Welche Materialien geeignet sind erfährst du im Abschnitt "Materialien".*

- **Nicht leicht entzündliche Sachen im Lasercutter bearbeiten, wegen Brand und Explosionsgefahr.**

Feuerzeuge (außer diese wurden noch nie befüllt), Gasflaschen und dergleichen können durch die eingebrachte Wärme Feuer fangen und sogar explodieren. Bei Akku-betriebenen Geräten muss der Akku Entfernt werden, wenn das Gehäuse nicht aus Metall oder Glas ist,

denn der Laser könnte sich durch das Gerät – bis zum Akku – schneiden und diesen entzünden.

- **Glasdeckel sachte öffnen und schließen, sonst geht dieser kaputt.**

# Nutzung

1. Entwurf als SVG-Datei vorbereiten  
Schnitte als rote Linien  
Gravuren als schwarze Flächen und Linien oder als Schwarz-Weiß-Grafiken einbetten
2. SVG-Datei in VisiCut laden, **Materialeinstellungen und Dicke auswählen**
3. Material in Lasercutter einlegen, **Fokus einstellen**  
Focus-Knopf, Federpendel über Material absenken, mit Pfeiltasten (Hoch/Runter) so einstellen, dass das Pendel auf der Materialoberseite gerade so aufliegt  
Mit RESET-Knopf bestätigen
4. In VisiCut, z.B. mithilfe des Kamerabild, die Zeichnung platzieren
5. Auftrag von VisiCut an Lasercutter senden, warten bis Auftrag erfolgreich gesendet wurde  
Tonsignal des Lasercutters und Meldung in VisiCut bestätigen Übertragung
6. Glasdeckel sachte schließen, **Lüftung anschalten**
7. Auftrag mit START-Knopf starten
8. **Lasercutter bis zum Auftragsende beobachten**, bei Feuer eingreifen
9. Werkstück entnehmen und Abschnitte entfernen

# Materialien

Damit Materialien sicher für Mensch und Maschine sind, dürfen diese beim Erhitzen, Verbrennen oder Verdampfen nicht zu toxischen oder ätzenden Stoffen werden und sollte außerdem nicht "spritzen". Wenn Material auf die Linse spritzt wird diese leicht beschädigt (und Ersatz ist teuer).

## □ Erlaubte Materialien

- unbrennbares: Metall, Glas, Keramik, Stein
- dünne Lackschichten auf Metall (außer Teflonbeschichtung)
- Acrylglas (PMMA)
- PET (z.B. Overheadfolie, Bayer Vivak)
- Moosgummi (z.B. EVA Schaum)
- POM (Polyoxymethylen, z.B. Delrin)
- Papier, Pappe, Karton
- Holz (auch Sperrholz, MDF, HDF und ähnliche Werkstoffe nur aus Holz und Leim)
- "trockene" Nahrungsmittel, soweit bekannt, wie zum Beispiel Äpfel (nur gravieren), Butterkeks ohne Schokolade, Brezen, ...
- PE Polyethylen (z.B. DuPont Tyvek) / PP Polypropylen:  
Schaumstoffe gehen gut  
Platten schlecht laserbar, aber erlaubt

- PS Polystyrol bis 1mm Dicke
- PC Polycarbonat bis 1mm Dicke
- spezieller laserbarer Stempelgummi aus dem FabLab
- Heißlaminierfolie nur wenn sie laut Datenblatt des Herstellers aus PET+EVA besteht (keine Kaltlaminierfolie, diese enthält oft PVC)
- Baumwolle (auch Viskose), Leinen, Naturfasern
- Bastelfilz, wenn aus Viskose oder Viskose-Wolle-Mischung  
Wolle stinkt beim Lasern wie verbrannte Haare, ist aber sonst nicht problematisch.
- Schellack  
*Verwechslungsgefahr* muss ausgeschlossen sein: Normale Schallplatten sind nicht aus Schellack sondern aus PVC und deshalb verboten.

## ☐ Verbotene Materialien

- im Zweifelsfall: alles was nicht erlaubt ist
- nicht eindeutig identifizierbare Kunststoffe („irgendwas durchsichtiges“)
- spritzendes oder stark wässriges Material (Schokolade, ...)
- Schallplatten aus Vinyl (ist PVC). Alternative siehe: Schellack
- ABS, Epoxidharz (GFK, CFK, Platinen), weil es übelst stinkt
- PS Polystyrol / PC Polycarbonat dicker als 1 mm, weil es beim Lasern spritzt
- PA Polyamid / PU Polyurethan / Textilien mit Nylon- oder Elastan-Anteil / NBR-Gummi Nitrilkautschuk / alle Stoffe, die gleichzeitig H-, C- und N-Atome enthalten: entwickelt Blausäure (HCN)
- halogenhaltige Kunststoffe: PVC = Vinyl = Neopren, PTFE = Teflon (z. B. als „glitschige“ Beschichtung von Taschenmessern), PFA, ...

## Erteilen von Einweisungen

Das Erteilen von Einweisungen bedarf viel Erfahrung am Gerät und Klarheit bei der Vermittlung der Inhalte. Deshalb gibt es nur folgende Personen einweisungsberechtigt:

- Stefanie Bühler
- Julian Hammer
- Daniela Novac
- Florian Jung
- Matthias Nagl
- Kevin Bradenstein

## Quellen und Lizenz

Die hier veröffentlichten Inhalte stehen unter der [CC-BY-SA 3.0 Lizenz](#).

Einige Textpassagen und Formulierungen wurden aus der Lasercutter-Einweisung des FAU FabLabs entnommen, welche ebenfalls unter CC-BY-SA lizenziert ist.

# Technische Details

Lasercutter: Zing 6030 mit 30W, [Herstellieranleitung](#), wurde Vertrieben durch [cameolaser.de](http://cameolaser.de)

Lüftung: [vacuAir UML-340](#)

## VisiCut

Link: [visicut.org/](http://visicut.org/)

Git Repo mit ZAM-spezifischen VisiCut Einstellungen: <https://github.com/zam-haus/visicut-settings>

Der zam Nutzer auf dem Lasercutter-Rechner kann dort hin pushen. Darauf achten, das nur gewollte Änderungen committed und gpushed werden.

# Demokärtchen

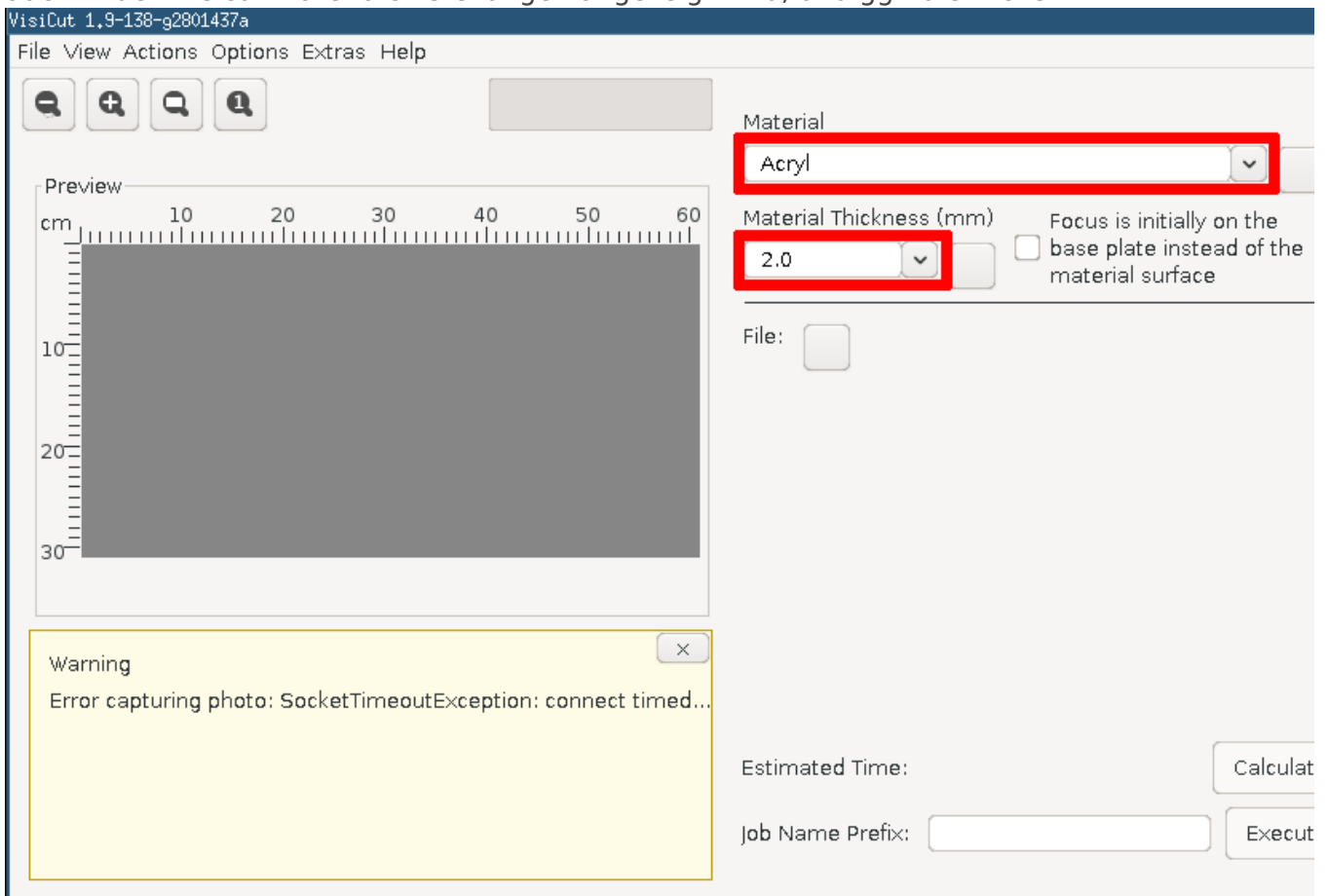
Die Demokärtchen für den Lasercutter sollen zeigen, wie die Laserergebnisse mit den jeweiligen Materialien und Einstellungen aussehen werden.

Einerseits bieten sie eine Hilfe für jeden, der Lasern will: Sie zeigen, wie rote Schnitlinien, grüne Markier-Linien und Gravuren aussehen.

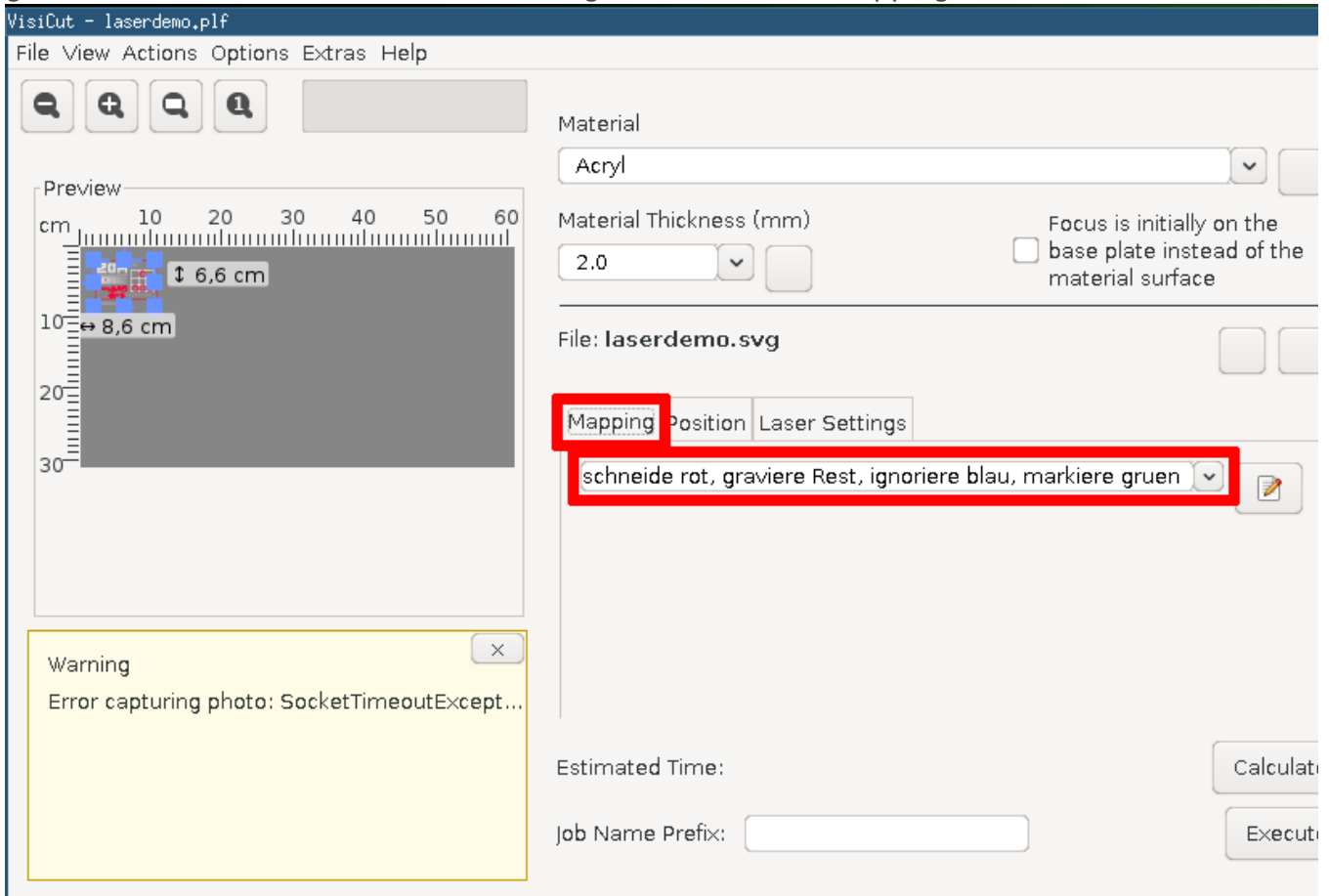
Andererseits kann man an ihnen gut seine Materialeinstellungen testen, wenn man ein neues Material hinzufügt. Bitte tragt in dem Fall den richtigen Materialnamen ein und stellt das Kärtchen zu den anderen, damit der nächste auch etwas davon hat.

Wenn du selbst ein Demokärtchen lasern willst, folge bitte dieser Anleitung:

1. Öffne die Datei laserdemo.svg in Inkscape
2. **Trage das verwendete Material ein.** Bitte benutze dafür den gleichen Namen, wie er auch in den Visicut-Materialeinstellungen angezeigt wird, und ggf. die Dicke.



3. **Trage "Normale Gravur" oder "3D-Gravur" ein**, je nachdem ob du das "schneide rot, graviere Rest, ..." oder "schneide rot, 3D-graviere Rest, ..." Mapping verwenden willst.



4. Nachdem du beides eingetragen hast, schicke die Datei wie üblich an Visicut über "Erweiterungen" -> "Lasercut path" -> "Open in Visicut". *Wichtig: öffne nicht die SVG-Datei direkt in Visicut. Das führt zu subtilen Fehlern, wie unleserlicher Schrift.*
5. Lasere das Kärtchen und stelle es zum entsprechenden Material.

# Log

## 6.1.2023 - Kamera

Haben versucht die Kamera zu kalibrieren. Zunächst die Kamera mit Heißkleber fixiert. Dann die Marker gedruckt. Wir haben guvcview verwendet. Leider war die Ausleuchtung zu ungleichmäßig, so dass der Bereich um einige Marker zu hell und um andere zu dunkel war. Haben erstmal aufgegeben. -> Einschätzung: Es braucht eine Leuchtstarke Lampe die deutlich über dem Laser hängt und den Innenbereich gleichmäßig ausleuchtet.

Morty

# Wartung

## Wartung vom 06. Juli 2023

### Anwesend:

- Jochen Hunger
- Kevin Bradenstein
- Herr Roger(?) von cameo/epilog

Offizieller Servicebericht vom 06. Juli 2023

## Zustand vom Laser

- soweit alles im grünen Bereich ☐☐
- **Querriemen** ist im oberen linken Arbeitsbereich etwas stärker abgenutzt
  - erkennbar an der Testgravur die "tttt" sind links ein bisschen fetter (sie wurden oben links im Laserbett gelasert) als die rechts (diese wurden oben rechts im Bett gelasert). Da man aber die einzelnen "t"s sich noch nicht berühren und man den Strich dazwischen deutlich sehen kann ist das noch voll im akzeptablen Rahmen
  - *Empfehlung*: Tausch in ca. einem Jahr. Können wir selber machen. Kostenpunkt 20-30 Euro für das Ersatzteil
- **Laserröhre** ist bei ca. 30,5 Watt Maximalleistung
  - ausgeliefert wird die Laserröhre in unserem Modell mit ca. 32-35 Watt Maximalleistung - wir liegen aktuell minimal darunter. Konkret wurden bei der ersten Messung 29,5 Watt und bei der zweiten Messung 31,5 Watt gemessen
  - Unsere Röhre wurde 2016 verbaut. Wir befinden uns am Ende der durchschnittlichen Lebensdauer von 6 bis 6,5 Jahre. siehe Graph des Herstellers
  - Im Betrieb unbedingt auf gleichbleibende Temperaturen achten. Temperaturschwankungen (auch über den Tag verteilt) sind ein großer Negativfaktor für die Lebensdauer der Röhre
  - *Empfehlung*: Benötigte eingestellte Leistung bei bekannten Materialien beobachten: Sollte die benötigte Leistung für Gravur/Schnitt innerhalb von kurzer Zeit ansteigen, muss die Röhre getauscht werden. Kostenpunkt ca. 2800 Euro. Bei unseren aktuellen Messwerten kann nicht klar gesagt werden, ob wir uns am Anfang des "Leistungsabnahme"-Knicks befinden oder ob wir noch ein paar Jahre Ruhe haben.

- **Sauberkeit:**

- Grundsätzlich ist unser Gerät im guten Zustand, jedoch sollen wir darauf achten auch "versteckte" Stellen wie Laufschiene, Linse, Spiegel regelmäßiger zu reinigen.
- *Idee:* Reinigungsplan (siehe unten) mit regelmäßigen Kontrollen und passender Anleitung im Wiki, wie man an schwierige Stellen kommt.

## Allgemeine Empfehlungen:

- **Abluft**

- **Empfehlung Vorfilter:** falls wir viel Hartholz/Stempel gravieren, wird uns ein Vorfilter empfohlen. Dieser erhöht die Lebensdauer des HEPA-14 Filters enorm:  
Vorfilter im Cameo-Shop Ersatzfilter kostet hier im Original von Cameo/Epilog "nur" 100 Euro. Herr Roger meinte jedoch, es wird ein LKW-Luftfilter verwendet (auf Anschlussmaße achten)- im Internet kosten diese ca. 30-40 Euro
- **Wechsel Aktivkohlefilter** erst nötig, sobald die Luft aus dem Umluftkasten merklich nach dem Verarbeiten Material zu stinken beginnt
- **Abluft nach außen:** Falls wir Abluft nach außen planen und hier etwas selber bauen (lassen) wollen, so sollen wir uns an dem Datenblatt der kleinsten verkauften Abluftanlage von cameo orientieren und hier unbedingt auf die Werte *Ventilatorenleistung* und *Pressung* achten

- **Reinigung**

- **Arbeitsraum:** *Bref Power Reiniger gegen Fett und Eingebrauntes* eignet sich gut für alle Ablagerungen (und funktioniert auch z.B. auf gravierten Holz mit einer Bürste gegen Rußreste gut)
- **Linse/Spiegel:** Idealerweise Linsenreiniger von cameo verwenden. Im Notfall tut es auch 30% Isopropanol-Lösung. Zusammensetzung vom Reiniger als Referenz.

- **Cool Links**

- <http://boxdesigner.frag-den-spatz.de/>
- <https://kyub.com/> (Boxmaker/CAD-Tool, closed beta)

## Reinigungsplan

### Monatlich

- Laufschiene an der Brücke reinigen
- Linse checken (z.B. mit Taschenspiegel oder heraus schrauben) und bei Bedarf reinigen (spezieller cameo Linsenreiniger oder 30% Isopropanol)

### alle halbe Jahre

- Seitliches Gehäuse links aufschrauben
  - checken, ob nach oben gerichtete Lüfter frei sind
  - interne Spiegel und Auslassfenster reinigen (mit Linsenreiniger)
  - mit wenig Maschinent fett an den Fingern die Laufstangen (links und rechts) einmal berühren - schmiert sich dann selber richtig
- Spiegel/Linsenwagen lösen (zuerst die zwei Schrauben, dann den Federmechanismus oben) und reinigen

# Best Practice

Sammlung von Erfahrungswerten und praktischen Hinweisen für gängige Bastelprojekte

## Ideen und Vorlagen

- Vorlagen zum erstellen von Boxen und Aufbewahrungshilfen:  
<https://www.festi.info/boxes.py/>
- Verbindungen von Plexiglas-Elementen  
<https://store.curiousinventor.com/blog/how-to-make-cheap-lasercut-custom-boxes-for-your-diy-electronics/>

## Workflow zum Lasercutten

Empfohlenes Vorgehen:

- Falls noch nicht erledigt: Eigenen Laptop mit Lasercutter verbinden. Dazu ins ZAM Netzwerk einloggen. Die Einrichtung dauert unter 5 Minuten, die Arbeitersparnis ist enorm - vor allem wenn mit Schriftarten gearbeitet wird, welche nicht auf dem ZAM PC installiert sind.
- Platte aus der gecuttet werden soll raussuchen (1. Müll, 2. Vorrat) und vermessen
- Dokument in Inkscape anlegen, mit den Maßen der Platte. Bei bereits ausgeschnittenen Formen, einfach Platzhalter an die entsprechenden Stellen ziehen. Im weiteren Verlauf bildet dieses Inkscape-Dokument quasi den digitalen Zwilling für die Platte im Lasercutter zur Verwaltung der freien Flächen.
- Lasercut-Daten zu Dokument hinzufügen und auf der Platte positionieren
  - `<span style="color:#ff0000ff">` rot `</span>`, #ff0000ff: schneiden
  - grün, #00ff00ff: markieren
  - schwarz, #000000ff: gravieren
  - blau, #0000ffff: ignorieren
- Nächstes Element (oder Elemente) zum Cutten an den Lasercutter senden via VisiCut Plugin for Inkscape (<https://hci.rwth-aachen.de/visicut-inkscape-plugin>). Das Element wird genau gleich, wie in Inkscape positioniert. Zusätzlich werden alle Elemente als Pfade umgewandelt (bei nicht umgewandelten Elementen kann es zu Abweichungen beim Lasercutten kommen).

- VisiCut einstellungen treffen und Jobnamen festlegen.

Empfehlung Jobname: Initialien und aktuelle Minuten. Wenn Hans Müller um 18:35 Uhr einen Job versendet, wäre das "hm35". Das ist kurz und eindeutig.

# Materialkosten

Preisliste Stand 15. Januar 2024

## Preisliste Lasermaterial

laser material price list



### Acrylglas (auch genannt: PMMA, Plexiglas)

acrylic sheets (other names: PMMA, Plexiglas)

alle Größen:  
every size:

1mm Dicke = 1 Euro  
1mm thickness = 1 Euro

2mm Dicke = 2 Euro  
2mm thickness = 2 Euro

3mm Dicke = 3 Euro  
3mm thickness = 3 Euro

4mm Dicke = 4 Euro  
4mm thickness = 4 Euro

5mm Dicke = 5 Euro  
5mm thickness = 5 Euro

6mm Dicke = 6 Euro  
6mm thickness = 6 Euro

usw.  
etc.

### Graukarton (ca. 450g/m<sup>2</sup>, einseitig farbig)

cardboard (approx. 450g/m<sup>2</sup>, colored on one side)

alle Größen:  
every size:

1 Bogen = 0,50 Euro  
1 sheet = 0,50 Euro

### Reste (in beschrifteten Eurokisten)

offcuts (in labeled euro crates)

kostenlos - wir freuen uns über Spenden :)  
free - donations welcome :)

### MDF (Mitteldichte Holzfaserplatte)

MDF (medium-density fibreboard)

alle Größen:  
every size:

3mm Dicke = 2 Euro  
3mm thickness = 2 Euro

usw.  
etc.

# Steckverbindungen und Burn-Korrektur

Datum	Gerät	Material + Dicke	Burn-Korrektur	Eigetragen von
2024-01-19	Zing 6030	HDF 3mm	0.06	Markus Dutschke

## Hintergrund

Beim Erstellen von Rechteck-Steckverbindungen wie auf Pyboxes verwendet (ineinander greifende Rechtecke) müssen folgende Effekte beachtet werden, um eine Passgenauigkeit zu erzielen, welche weit genug zum zusammenführen und eng genug für einen stabilen Halt ist:

- große des Laserstrahl  
Die Schnittdicke des Lasers führt dazu, dass ineinander greifende Rechtecke eine ganz leichte Lücke aufweisen
- Materialeigenschaften  
Verhalten und Oberfläche des Materials an den Schnittkanten bestimmt ebenfalls die Eigenschaften der Steckverbindung
- Laserstrahl ist nicht parallel sondern fokussiert
- Laserstrahl ist nicht punktförmig, sondern oval
- Genauigkeit (Diskretisierung) Motorsteuerung
- (eventuelle) Schiefstellung des Lasers  
Wenn der Laser nicht 100% Senkrecht steht, sondern ganz leicht schief, sind die Schnittkanten nicht mehr senkrecht und es wird etwas mehr Spiel benötigt, um Rechteck-Steckverbindungen zusammenzustecken. Diese extra Toleranzen hängen vom Zusammensteckwinkel und der Orientierung der Steckverbindung beim Lasercutten ab.

Der Einfachheit halber, fassen wir diese Effekte als **Burn-Korrektur** zusammen. Es ist am sinnvollsten diese empirisch zu ermitteln. Da auch andere Effekte als die Laserausdehnung eine Rolle spielen, muss diese nicht für alle Materialtypen und Dicken gleich sein.

## Definition der Burn-Korrektur

Bei der Definition der Burn-Korrektur lassen wir die anderen Effekte außer Acht und betrachten nur die physische Ausdehnung des Laserstrahl. Die Burn-Korrektur entspricht hierbei dem Radius des Laserstrahls.

Nehmen wir für die folgenden **Beispiele** eine **Burn-Korrektur von 0.06mm** an.

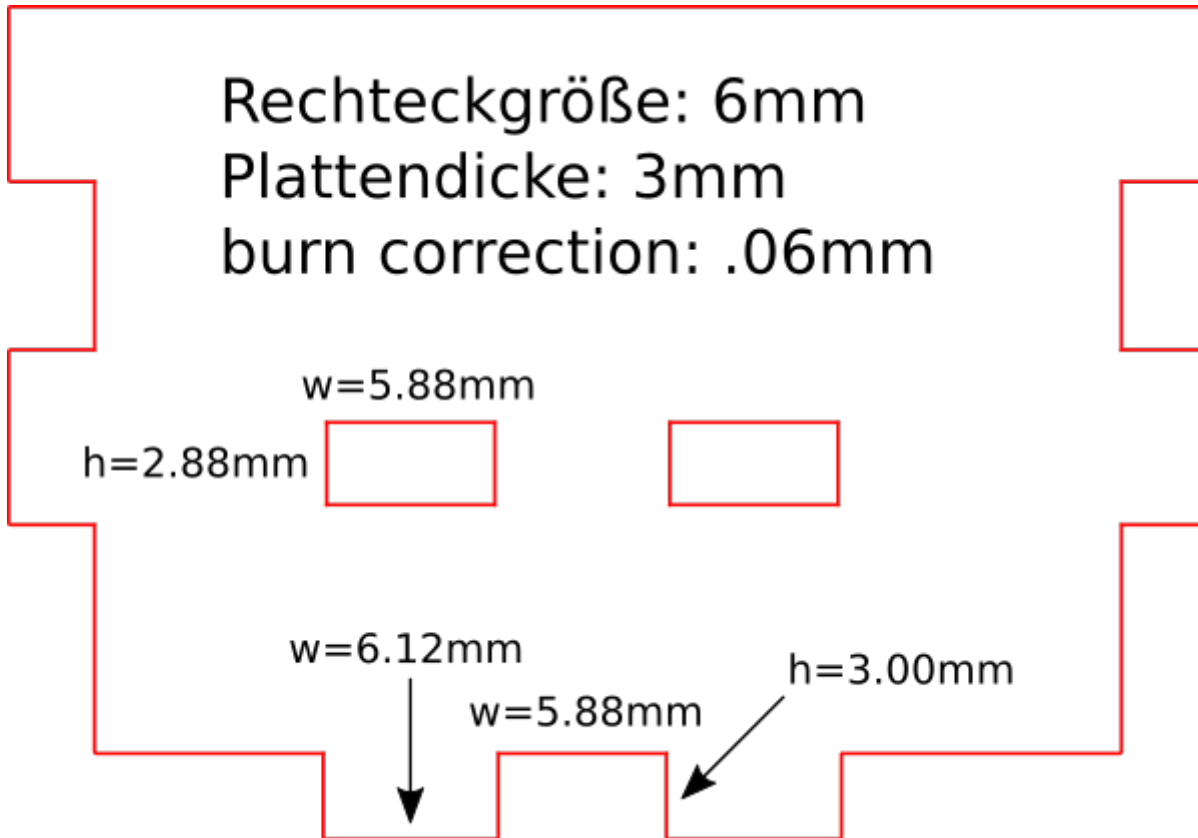
### Unterschied zwischen positivem und negativem Ausschnitt:

Möchte ich also ein **Quadrat** von 6mm Kantenlänge ausschneiden, muss ich dieses **6.12mm** groß designen, da beim ausschneiden an beiden Rändern der Radius des Laserstrahls von 0.06mm

zusätzlich abgetragen wird. Möchte ich hingegen eine **quadratische Aussparung** von 6mm Kantenlänge erzeugen, so muss ich dieses als **5.88mm** großes Quadrat anlegen, da der Radius des Lasers zusätzlich abgetragen wird.

#### Abmessung Burn-Korrektur:

Hier noch einmal die typischen Bemaßungen bei einer Rechteck-Steckverbindung



Download als .svg: [240201\\_burnKorrektur.svg](#)

# Verbindung von Lasergecutteten Teilen

## Rechteck Steckverbindung

Standardverbindung. Zur vollen Stabilität noch kleben

Kleben

Einschmelzgewinde

Schriftzüge auf Acryl

# Lasercutter Einweisung - Trotec Speedy

Diese Zusammenfassung der wichtigsten Punkte für Sicherheit von Mensch und Maschine basiert auf der [Einweisung des FAU FabLabs](#). Details und ausführliche Erklärungen finden sich dort.

## Gefahren und Wichtiges

- **Nutzung nur nach Einweisung.**

Eine Einweisung umfasst eine Besprechung der Gefahren und deren Vermeidung, sowie die praktische Übung am Gerät, inkl. eines "Rollenspiels" zum Brandfall. Dokumentiert wird die Einweisung per Unterschrift.

- **Gerät niemals unbeaufsichtigt betreiben, wegen Brandgefahr.**

Lasercutter schneiden und gravieren mit Hitze, d.h. sie erwärmen, verbrennen oder verdampfen das Werkstück (sehr gezielt). Dabei kann es zu unkontrollierten Bränden kommen. Deshalb muss der Lasercutter im Betrieb immer beaufsichtigt werden um im Brandfall schnell eingreifen zu können.

**Was tun, wenn's brennt?**

**Dieser Punkt muss noch überarbeitet werden. Ist noch nicht an Trotec angepasst.**

*Bei kleinen Flammen: Laserauftrag durch STOP-Knopf anhalten und beobachten.*

1. *Deckel anheben (reicht meist)*
2. *Deckel ganz öffnen*
3. *Feuer mit nebenstehenden CO<sub>2</sub>-Löscher bekämpfen*

*Das HappyLab in Wien ist wegen eines unbeaufsichtigt laufenden Lasercutters einmal ausgebrannt.*

- **Nur geeignete Materialien verwenden, wegen Gefahren für Gesundheit und Gerät.**

Keine unbekannten Materialien. Besonders keine Materialien die giftige Gase entwickeln können, wie zum Beispiel PVC, Teflon, etc. Der Filter wird diese Stoffe nicht restlos entfernen. Außerdem kann das Gerät, besonders die Linse und Spiegel, Schaden nehmen. *Welche Materialien geeignet sind erfährst du im Abschnitt "Materialien".*

- **Nicht leicht entzündliche Sachen im Lasercutter bearbeiten, wegen Brand und Explosionsgefahr.**

Feuerzeuge (außer diese wurden noch nie befüllt), Gasflaschen und dergleichen können durch die eingebrachte Wärme Feuer fangen und sogar explodieren. Bei Akku-betriebenen Geräten muss der Akku Entfernt werden, wenn das Gehäuse nicht aus Metall oder Glas ist, denn der Laser könnte sich durch das Gerät – bis zum Akku – schneiden und diesen entzünden.

## Nutzung

Die Schritte sollten noch etwas ausgedünnt und auf das wesentliche reduziert werden. Auch muss jeweils klar sein was am Rechner/im Browser und was am Laser gemacht werden soll. Bestenfalls sollte erst alles am Rechner und dann alles am Laser erklärt werden.

1. Vektordaten für Schnitte als SVG-Datei vorbereiten  
Schnitte als rote Linien (RGB Farbe #FF0000) - Linienbreite wird ignoriert  
Markierungen (Vektor-Gravur) als grüne Linien (RGB Farbe #00FF00) - Linienbreite wird ignoriert
2. Bilder für Gravuren als PNG oder JPG bereitstellen - diese werden von Ruby automatisch in Graustufen konvertiert
3. Trotec Nutzungskarte für die Anmeldung holen (es können mehrere Nutzer gleichzeitig auch von verschiedenen Rechnern eingeloggt sein. Diese müssen aber alle unterschiedliche Zugangsdaten nutzen - daher die Karten)
4. Im Google Chrome Browser (**NICHT Firefox**) die folgende Adresse öffnen:

<https://lasercutter-trotec.im.zam.haus:2402>

Es erscheint ggf. eine Sicherheitswarnung



Dies ist keine sichere Verbindung

Diese Meldung bitte ignorieren (erst "Erweitert" Button anklicken, dann "Weiter zu lasercutter-trotec.im.zam.haus")

5. In den Anmeldebildschirm die **Zugangsdaten der Trotec Nutzungskarte** eintragen und auf "Anmelden" klicken
6. Die Ruby Software ist in vier Bereiche eingeteilt: Manage, Design, Prepare und Produce  
Bitte von der Startseite "Manage" zum Bereich "Prepare" wechseln

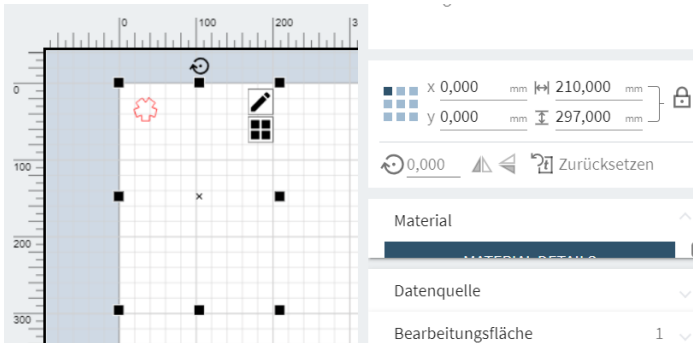


Prepare

7. SVG Datei per Drag&Drop in den Arbeitsbereich ziehen:



8. Die eingefügte Grafik hat in Ruby die "Anfasser" mit den Abmessungen der ursprünglichen **Dokumenten-Größe** (hier 210x297 mm - also DIN A4), nicht der **Grafik-Größe** (hier 30x30 mm)



Die Arbeitsfläche lässt sich mit der rechten Maustaste verschieben und mit dem Scrollrad zoomen.

9. Grafikbereich anpassen

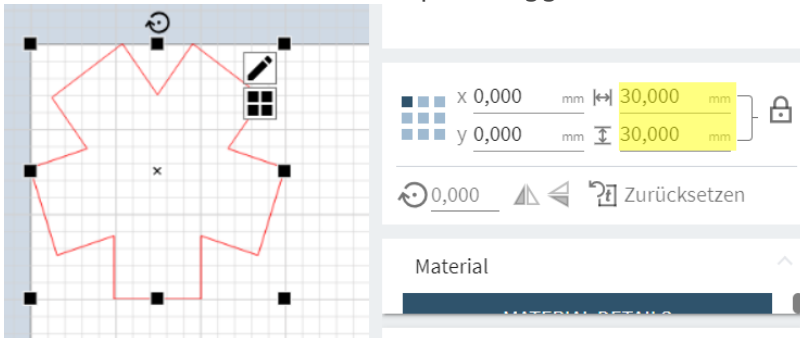
 Edit-Button (im Rahmen der Eingefügten Grafik) anklicken, dann Grafik auswählen und "An Design anpassen" Button in der Menüzeile anklicken



Hier können nun auch die **Farb**-Zuordnungen geändert/korrigiert werden. Anschließend "Job Aktualisieren" Button klicken:



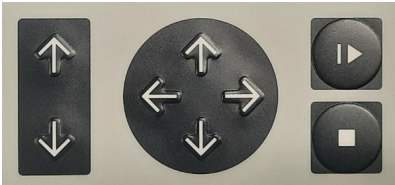
10. **Kontrollieren**, ob die Größe passt - ggf. durch manuelle Eingabe korrigieren:



11. Laser einschalten:

Dazu am Gerät den Schlüsselschalter nach rechts auf "Power" drehen. Der Deckel muss während der Laser "hochfährt" geschlossen bleiben. Nach Abschluss wechselt die Anzeige von "Gerät nicht bereit" zu "Queue ist leer" bzw. einer Liste der Jobs in der Queue (Warteschlange) wechselt.

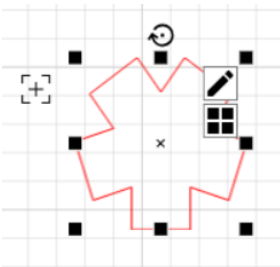
12. Jetzt kann man sowohl den Laser-Kopf, als auch den Tisch mit den Bedientasten am Laser verfahren.



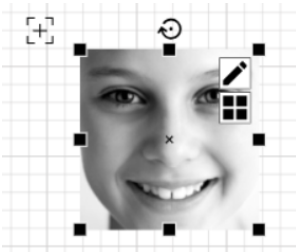
Die Tasten links verfahren den Tisch rauf und runter, und die mittigen Tasten den Laserkopf.

Zum Fokussieren fährt man nun den Kopf an eine geeignete Position des Werkstücks (angezeigt durch den roten Laserpunkt) und drückt zur Aktivierung des Autofokus die beiden linken Tasten (hoch UND runter) kurz **gleichzeitig**.

13. Jetzt kann in Ruby das Design passend zum Werkstück platzieren - entweder über die Position des Lasers - die in Ruby durch das [+] Symbol auf der Arbeitsfläche dargestellt wird (die Grafik rastet mit den Anfassern und dem Zentrum darauf ein).

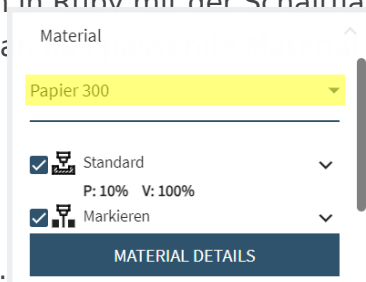


Für Foto-Gravuren zieht man einfach das Bild in den Ruby Arbeitsbereich, skaliert es bis es den Anforderungen entspricht, und platziert anschließend die Grafik wie oben für Vektorgrafiken erklärt. Auch Bilder rasten mit den Anfassern oder dem Zentrum am Marker für die aktuelle Laser-Position ein.



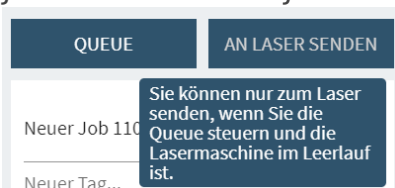
**Zur einfachen Platzierung kann man auch die eingebaute Kamera nutzen** - diese aktiviert man in Ruby mit der Schaltfläche "Tischkamera" 


14. Nun wählt man das Material aus der Materialdatenbank aus. Hier als Beispiel

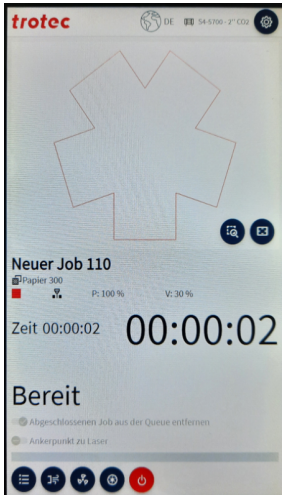


"Papier 300":

15. Jetzt kann man den Job zum Laser schicken, mittels "QUEUE" Knopf oben rechts.



Bei größeren Projekten sollte man vorher die Jobdauer berechnen mit einem Klick auf   
Am Laser unten links in die Warteschlange ("Queue") wechseln und den Auftrag auswählen.



Dabei bitte

- "Abgeschlossenen Job aus der Queue entfernen" **einschalten**
- "Ankerpunkt zu Laser" **ausschalten**

Auf dem Display des Lasers erscheint quasi der gleiche Inhalt:

16. **Vergewissern, dass die Zublasung und die Abluft-Absaugung eingeschaltet sind!**



[Queue] [Zublasung] [Absaugung] [Linsenerkennung] [Standby]

17. Jetzt kann die Ausgabe am Laser mit der "Play" Taste (oben rechts auf dem Bedienfeld) gestartet werden.
18. **Lasercutter bis zum Auftragsende beobachten, bei Feuer eingreifen.**  
Sobald irgendwas gefährlich schief läuft (für Mensch oder Maschine), sofort Not-Aus-Taster drücken! Zum Wiedereinschalten muss der Laser dann ggf. neu gestartet werden.



19. Werkstück entnehmen und Abschnitte - die auf dem Tisch/Gitter liegen - entfernen. **Das Gitter selbst bitte nicht entfernen - bei Bedarf bitte an einen der Einweisenden wenden.**
20. In der Zeit in der der Laser nicht aktiv genutzt wird, kann man diesen über das eingebaute Display in den Standby Modus schalten - das reduziert die Lautstärke erheblich. Dazu den Power-Button auf dem Display betätigen.
21. Nutzungskarte bitte wieder zurücklegen

## Materialien

Damit Materialien sicher für Mensch und Maschine sind, dürfen diese beim Erhitzen, Verbrennen oder Verdampfen nicht zu toxischen oder ätzenden Stoffen werden und sollte außerdem nicht "spritzen". Wenn Material auf die Linse spritzt wird diese leicht beschädigt (und Ersatz ist teuer).

## □ Erlaubte Materialien

- unbrennbares: Metall, Glas, Keramik, Stein
- dünne Lackschichten auf Metall (außer Teflonbeschichtung)
- Acrylglas (PMMA)
- PET (z.B. Overheadfolie, Bayer Vivak)
- Moosgummi (z.B. EVA Schaum)
- POM (Polyoxymethylen, z.B. Delrin)
- Papier, Pappe, Karton
- Holz (auch Sperrholz, MDF, HDF und ähnliche Werkstoffe nur aus Holz und Leim)
- "trockene" Nahrungsmittel, soweit bekannt, wie zum Beispiel Äpfel (nur gravieren), Butterkeks ohne Schokolade, Brezen, ...
- PE Polyethylen (z.B. DuPont Tyvek) / PP Polypropylen:  
Schaumstoffe gehen gut  
Platten schlecht laserbar, aber erlaubt
- PS Polystyrol bis 1mm Dicke
- PC Polycarbonat bis 1mm Dicke
- spezieller laserbarer Stempelgummi aus dem FabLab
- Heißlaminierfolie nur wenn sie laut Datenblatt des Herstellers aus PET+EVA besteht (keine Kaltlaminierfolie, diese enthält oft PVC)
- Baumwolle (auch Viskose), Leinen, Naturfasern
- Bastelfilz, wenn aus Viskose oder Viskose-Wolle-Mischung  
Wolle stinkt beim Lasern wie verbrannte Haare, ist aber sonst nicht problematisch.
- Schellack  
*Verwechslungsgefahr* muss ausgeschlossen sein: Normale Schallplatten sind nicht aus Schellack sondern aus PVC und deshalb verboten.

## □ Verbotene Materialien

- im Zweifelsfall: alles was nicht erlaubt ist
- nicht eindeutig identifizierbare Kunststoffe („irgendwas durchsichtiges“)
- spritzendes oder stark wässriges Material (Schokolade, ...)
- Schallplatten aus Vinyl (ist PVC). Alternative siehe: Schellack
- ABS, Epoxidharz (GFK, CFK, Platinen), weil es übelst stinkt
- PS Polystyrol / PC Polycarbonat dicker als 1 mm, weil es beim Lasern spritzt
- PA Polyamid / PU Polyurethan / Textilien mit Nylon- oder Elastan-Anteil / NBR-Gummi Nitrilkautschuk / alle Stoffe, die gleichzeitig H-, C- und N-Atome enthalten: entwickelt Blausäure (HCN)
- halogenhaltige Kunststoffe: PVC = Vinyl = Neopren, PTFE = Teflon (z. B. als „glitschige“ Beschichtung von Taschenmessern), PFA, ...

# Erteilen von Einweisungen

Das Erteilen von Einweisungen bedarf viel Erfahrung am Gerät und Klarheit bei der Vermittlung der Inhalte. Deshalb gibt es nur folgende Personen einweisungsberechtigt:

- Kevin Bradenstein
- Stefanie Bühler
- Julian Hammer
- Florian Jung
- Oliver Rennen

## Quellen und Lizenz

Die hier veröffentlichten Inhalte stehen unter der [CC-BY-SA 3.0 Lizenz](#).

Einige Textpassagen und Formulierungen wurden aus der [Lasercutter-Einweisung des FAU FabLabs](#) entnommen, welche ebenfalls unter CC-BY-SA lizenziert ist.

## Backup

[Backup der Materialeinstellungen vor dem entfernen von Trotec Defaults.](#)

# Trotec Speedy 400

Der Laser **Trotec Speedy 400** schneidet und graviert grosse Objekte und grosse Stückzahlen. --> Bild von Gerät einfügen...



## Spezifikationen

Arbeitsfläche Ladefläche	<b>1000 x 610 mm</b> 1096 x 698 mm
Arbeitshöhe	305 mm bei 2 Zoll Linse 255 mm bei 4 Zoll Linse
Lasertyp	<u>CO2-Laser</u>
Laserleistung	120 W mit <u>PWM</u> einstellbar (in %), luftgekühlt
Wellenlänge	10,6 µm (10570...10630 nm)
Pulsfrequenz	500-60.000 Hz
Fokuslinsen	2" = 5,08 cm Brennweite 4" = 10,16 cm Brennweite
Fokustiefe	manuell oder automatisch einstellbar
Blasdüse extern	5 bar
Blasdüse intern	? bar (wesentlich weniger)

Verfahrensgeschwindigkeit	3,55 m/s (max. ?)
Prozessgeschwindigkeit	4,32 m/s (15,5 km/h)
Wiederholungen	sind möglich
Wiederholgenauigkeit	+ - 0,015 mm (3/100 mm)
Gravur-Auflösung	Schnell: 333 <u>dpi</u> Qualität: 600 dpi

# Zubehör

Zum Speedy 400 gibt es im ZAM folgendes Zubehör:

## Fokuslinsen

Fokuslinse	Gravieren	Schneiden
<b>2"</b> = 5,08 mm Brennweite	Grafiken mit mittleren Details und Auflösung (500 dpi Auflösung; mit verminderter Schärfe bis 100 dpi Auflösung), Standard-Gravuren	Mittlere Laserleistung, Acryl < 8 mm, Holz mittlerer Härte < 12 mm.
<b>4"</b> = 10,16 mm Brennweite	Brandgravur Holz, Lasergravieren Grafiken mit geringer Detaillierung mit hohen Laserleistungen	Schaumgummi

## Absaugsystem

ToDo...

## Arbeitstisch

ToDo...

# Schneiden

Material	Dicke	Leistung	Puls	Geschw.	Linse	Bemerkungen
----------	-------	----------	------	---------	-------	-------------

<u>Acrylglas</u>	1 mm 2 mm 3 mm 4 mm 6 mm	90-95%	10 kHz	0,3-0,4	2"	Tisch abdecken, Zublasung reduzieren
Graukarton	450 g/m <sup>2</sup>					
Papier		x				<u>Schneidplotter</u> benutzen !
<u>MDF-Platte</u>						
<u>Floatglas</u> <u>(Fensterglas)</u>		120 W	60 kHz	50 m/s	4"	

Eine Erhöhung der Laserpulsrate (Hz) beim Schneiden kann eine saubere, flammenpolierte Kante ermöglichen, insbesondere bei transparenten Materialien.

Nicht möglich ist die Bearbeitung der Metalle Kupfer, Messing, Bronze, Rotguss, Gold, Cadmium, Cobalt, Nickel, Blei, Zinn, Zink.

## Glas "schneiden"

**Fensterglas** (hat grüne Kante) wird mit der TLS-Methode "geschnitten", mit max. Leistung und max. Frequenz.

- *Parameter experimentieren*: hier max. Leistung (120 W) und max. Frequenz (60 kHz) verwenden. Fokus muss oberhalb der Platte liegen, so dass der Strahldurchmesser auf der Glasoberfläche etwa 5 mm misst. Ein schmal-fokussierter Strahl (4"-Linse) wäre besser, aber der Abstand wird dann vermutlich zu gross? dann die 2"-Linse verwenden. Verfahrensgeschwindigkeit so wählen, dass der Spannungsriss von der Glasoberfläche möglichst bis unten geht (erste Einstellung 50 m/s).
- *Abschrecken*: Ideal wäre, wenn die Düse hinter dem Laserstrahl die Oberfläche kühlen (abschrecken) könnte... (kalte Luft, vernebelt)
- *Glas-Vorbereitung*: Das Glas muss zum Schneiden sauber sein. Erst beidseitig mit klarem Wasser waschen und anschliessend trocknen. Dann entlang der vorgesehenen Risslinie mit Petroleum reinigen.
- *Initialriss*: Jede Schnittlinie braucht einen Initialriss auf der Linie (einige mm), ausgeführt mit dem Hand-Laserschneider. Durch die thermische Energie des Lasers und die Ausdehnung des Materials wird der Initialriss dann fortgeführt.
- *Entlastungsschnitte*: Wenn der Schnitt nicht von einer Glaskante zur anderen geht, sondern eine *geschlossene Form* geschnitten werden soll, dann braucht man Entlastungsschnitte. Zuerst wird 1. die geschlossene Form geschnitten (beispielsweise ein

Kreis) . Anschliessend werden 2. ausgehend von der bereits geritzten Form zur Aussenkante des Glases mehrere Entlastungsschnitte gemacht, die den Verlust-Teil aussen rum in mehrere Stücke teilen. Dazu wird für jede Linie mit dem Hand-Glasschneider ausgehend von der bereits geritzten Linie ein durchgehender gerader Initialriss gemacht bis zur Aussenkante der Glasscheibe.

Alternative ist Wasserstrahlschneiden. Anbieter: metallundleben.de Nürnberg (1 Schnitt 150 cm 150 € plus Material).

## Plexiglas schneiden

Plexiglas in einem Schnitt schneiden. Schnittkanten werden glatt und transparent.

- *Absaugung* maximieren, um den Spalt schnell zu kühlen. Dazu den Arbeitstisch rund um das Material komplett abdecken, z.B. mit Kopierpapier, damit die Luft voll auf den Schnittspalt wirkt.
- *Zublasung* an der Düse reduzieren, damit die Kante nicht zu schnell abkühlt. Zu schnelle Abkühlung führt zur Bildung von Luftbläschen im Material.

## Gravieren

Material	Dicke	Leistung	Puls	Geschw.	Linse	...	Bemerkungen
Acrylglas							
Glas							

### Tips:

- Die Gravur soll von vorne nach hinten ausgeführt werden. Die Gravur wird dadurch sauberer, da keine Rückstände auf dem Weg zum Auspuff über frisch gravierte Teile geblasen werden.
- Luftunterstützung aktivieren ("On")
- Laserkorrektur (LC-Wert) auf 10 einstellen
- Material muss über den gesamten Arbeitsbereich flach bleiben.
- Durch Erhöhung des Z-Offsets (kontrollierte Entschärfung) wird der Kontrast erhöht und das Gravurbild dunkler.  
Das kann aber auch die Gravurdetails verringern.

# Handbuch

Handbuch "Trotec Speedy 400" (58 Seiten)