

Das Ultimative Laser Handbuch*

Fabian Morón Zirfas

University of Applied Sciences Potsdam (Germany)

moron-zirfas@fh-potsdam.de

Zusammenfassung

Dies ist ein Step by Step Guide zur Bedienung des 100W CO₂ Lasers der Fachhochschule Potsdam.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Grundlegende Voraussetzungen sind...	4
Inbetriebnahme	5
Oberlicht Öffnen	5
Lüftung Einschalten	5
Arbeitsfläche leeren	5
Gitter Überprüfen	5
Hauptstrom	5
Distanztaster Überprüfung	5
Einschalten	11
Referenzfahrt	11
Z-Achse	11
Material Einlegen	11
Fokus Setzen	11
Null Null (Origin)	13
Laser Job	14
Die Parameter Verstehen	14
Daten Vorbereiten	14
Vektor Daten	14
Unterstützte Vektor Formate	19
AI DXF Export	19
Pixelbilder	22
Daten Import	22
Art des Jobs	22
Schneiden	22
Gravieren	24
Perforieren	26
Material Bibliothek	27
Lüftung	27
Den Job Starten	27
Abschaltung	28
Laserkopf in Ausgangsposition	28

*Foobah

Z-Achse Runter Fahren	28
Hauptstrom	28
Lüftung	28
Oberlicht Schließen	28
Weiter Steuermethoden	28
Speed	28
Materialen	28
Der Computer	28
Feuer?	28
Notaus?	28
F.A.Q.	28
Checklist	29
Über dieses Dokument	29
MacTex	29
Schriften	29
Generieren	29

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Das Oberlicht des Lüfters	6
2	Lüfter Steuerung	7
3	Hauptstrom	8
4	Laserkopf mit Distanztaster	9
5	Steuerung des Lasers	12
6	Adobe Illustrator GPU-Vorschau	15
7	Adobe Illustrator Pfad Ansicht	15
8	Adobe Illustrator Fläche offen GPU-Vorschau	16
9	Adobe Illustrator Fläche offen Pfadansicht	17
10	Adobe Illustrator versteckte Reste GPU-Vorschau	18
11	Adobe Illustrator versteckte Reste Pfadansicht	18
12	Adobe Illustrator Datei Export Dialog	19
13	Adobe Illustrator DXF Export Dialog	20
14	RDworks Software Oberfläche	22
15	RDWorks Ebeneneinstellungen Schneiden	23
16	RDWorks Ebeneneinstellung Gravur Vektorform	25
17	RDWorks Ebeneneinstellungen Perforieren	26
18	RDworks Materialbibliothek	27

Einleitung

tbd

Grundlegende Voraussetzungen sind...

- Die Unterzeichnung und Anerkennung der Werkstattordnung.
- Die Teilnahme an der Sicherheitseinweisung durch Anne Boenisch und oder eine Freigabe durch sie.
- Der Laser wird immer in Gruppen von 2 oder mehr Personen betrieben.
- Der Laser wird nicht alleine gelassen während er läuft.
- Die Werkstatt wird nach Nutzung wieder aufgeräumt.
- Es dürfen **KEINE** PVC haltige oder leicht entflammbare Materialien geschnitten werden.

Inbetriebnahme

Die folgenden Punkte **müssen** in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Oberlicht Öffnen

Damit eine arbeitsgerechte Abluft stattfinden kann, muss das Oberlicht an das die Lüftung angeschlossen ist, geöffnet werden. Siehe Abbildung 1

Lüftung Einschalten

An der Lüftung gibt es den 4 Steuerungsbereiche. Siehe Abbildung 2

1. Netz/Power
2. Filter
3. Start/Stop
4. Motor

Über den Hauptschalter in Bereich 1 wird die Lüftung aktiviert. Wenn im Bereich 2 die Status-LED OK (grün) anzeigt kann die Maschine in Betrieb genommen werden. Steht sie auf Prüfen oder Wechseln müssen zuallererst die zuständigen Personen kontaktiert werden. Die Anlage wird bis dahin **nicht** in Betrieb genommen.

Über den Start/Stop Knopf in Bereich 3 kann die Lüftung pausiert werden.

Um die Ohren zu schonen kann der Motor der Lüftung in Bereich 4 runter gedreht werden solange kein Job läuft.
Dies darf jedoch nicht vergessen werden wieder zu aktivieren.

Arbeitsfläche leeren

Damit der Laserkopf bei der ersten Referenzfahrt in die rechte Obere Ecke nicht beschädigt wird, darf kein Material bei der Inbetriebnahme auf der Arbeitsfläche liegen.

Gitter Überprüfen

Das Gitter, dass in der Maschine liegt ist frei beweglich. Es muss vor der Inbetriebnahme sichergestellt werden, dass es nicht unter die Absätze links und rechts rutschen kann. Bei einem Autofokus könnte sonst die Ausrichtung der Z-Achse beschädigt werden.

Hauptstrom

Auf der Rückseite des Lasers ist ein großer rot gelber Hauptschalter (siehe Abbildung 3). Dieser muss aktiviert werden um der Maschine Strom zu geben.

Distanztaster Überprüfung

Am Laserkopf ist links der Distanztaster (siehe Abbildung 4).¹ Dieser dient dazu die Distanz des Lasers zur Oberfläche des Materials einzustellen.² Vor dem einschalten der Lasersteuerung muss überprüft werden:

¹Der Taster ähnelt einem Kugelschreiber.

²Die Distanz beträgt 21,2mm.



Abbildung 1: Das Oberlicht des Lüfters

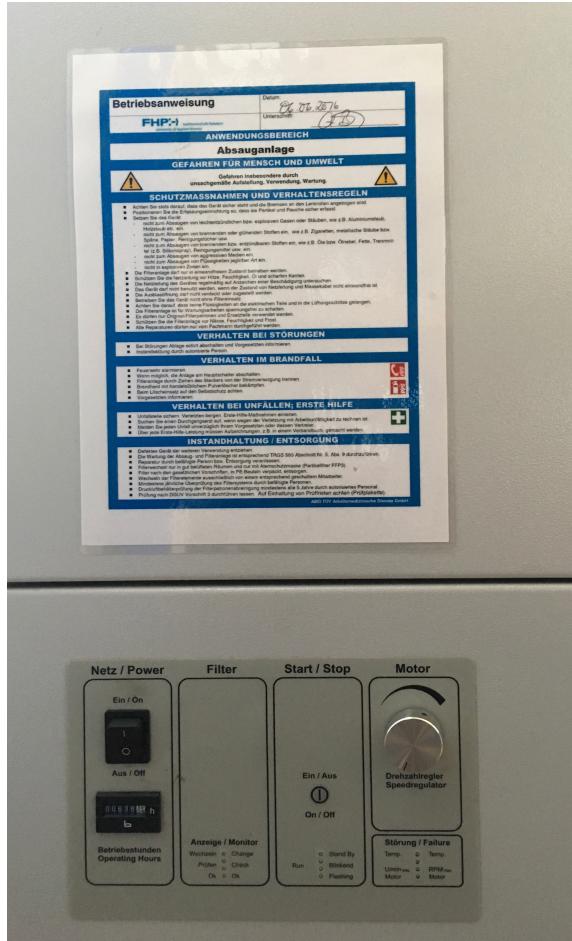


Abbildung 2: Lüfter Steuerung



Abbildung 3: Hauptstrom

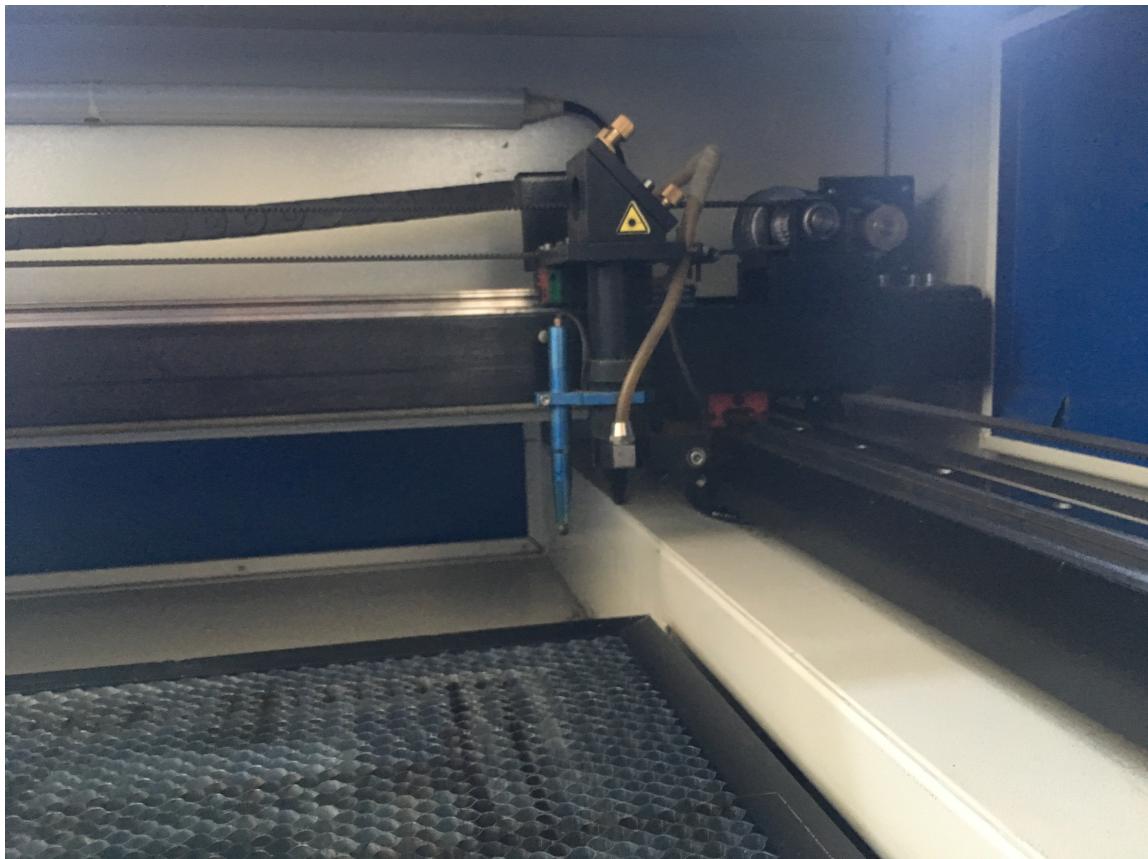


Abbildung 4: Laserkopf mit Distanztaster

1. Ob der Taster sich bewegt.³
2. Ob der Taster über dem Gitter beziehungsweise den Lamellen steht und nirgendwo anstoßen kann bei einer Referenzfahrt.

³Es kann passieren, dass der Taster verrußt und dadurch nicht mehr reagiert.

Einschalten

Wenn alle entsprechenden Überprüfungen stattgefunden haben, kann die Maschine über den Aus/Ein Drehschalter mit dem Schlüssel aktiviert werden (siehe Abbildung 5 unten). **Hierbei ist die eine Hand über dem Notaus**, für den Fall dass etwas unvorhergesehenes passiert.⁴

Referenzfahrt

Bei jedem Einschalten (oder nach einem Notaus) führt die Maschine eine Referenzfahrt in die rechte obere Ecke aus. Dies lässt sich nicht unterbinden. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig beim Einschalten die Maschine im Falle eines Problems schnell wieder abschalten zu können. Um Probleme zu vermeiden ist es „Best Practice“ den Laserkopf vor dem Abschalten in die rechte obere Ecke zu fahren und dort den „Origin“ zu setzen. Dadurch können Probleme beim nächsten Anschalten des Anlage vermieden werden. Ebenfalls empfiehlt es sich die Z-Achse ein Stück abzusenken. Siehe Abschnitt „Gitter Überprüfen“.

Z-Achse

tbd

Material Einlegen

Wenn die Maschine betriebsbereit ist, kann das zu schneidende Material eingelegt werden. Die Arbeitsfläche der Anlage hat 1200 Millimeter (mm) Breite und 900mm Höhe. Abhängig von der Tiefe/Stärke des Materials ist jedoch die Fläche nicht komplett nutzbar.

Ein Beispiel: Beim Lasern einer diagonale über eine $5 \times 1000 \times 700\text{mm}$ ($t \times b \times h$) mitteldichten Faserplatte (MDF-Platte) mit einer Geschwindigkeit von 5mm/s und einer Leistung von 95% ist der Laserstrahl bei ungefähr der Hälfte des Materials nicht mehr durchgegangen.

Das bedeutet: Je stärker das Material desto kleiner wird der Bereich in dem ein Schnitt gewährleistet ist. Es empfiehlt sich bei starken Materialien kleinere Nutzen anzulegen und mehrere Jobs auszuführen.

Fokus Setzen

Um den Laserkopf in seiner Distanz zur Oberfläche des Materials einzustellen, hat die Maschine eine Autofokus Funktion. Dazu wird der Distanztaster⁵ mit dem Steuerkreuz in die Mitte des Materials gefahren.

Achtung: Ein üblicher Fehler den es jedoch zu vermeiden gilt, ist dass nicht der Taster über das Material gesetzt wird sondern der Laserpunkt. Das könnte zur Folge haben, dass der Distanztaster im Gitter versenkt wird.⁶ Gegebenenfalls muss die Z-Achse noch runter gefahren werden, wenn dies nicht schon beim einlegen des Materials passiert ist (siehe Abschnitt „Z-Achse“).

Wenn das Material unter dem Taster liegt kann das Menü über die Z/U Taste aktiviert werden. Mit dem Punkt „Autofocus“ wird die Distanz automatisch auf 21,2mm eingestellt. Über die ↑ ↓ Tasten kann der Punkt Autofocus ausgewählt werden. Mit Enter wird er aktiviert.

⁴Die Referenzfahrt stoppt nicht, es wurde vergessen Material aus der Arbeitsfläche zu nehmen o.ä.

⁵Der Taster ähnelt einem Kugelschreiber.

⁶Wenn der Distanztaster im Gitter steckt bleibt die Maschine abgeschaltet und muss erst wieder durch die zuständigen Personen freigegeben werden.



Abbildung 5: Steuerung des Lasers

Achtung: Beim einstellen des Autofokus sollte immer ein Finger auf dem ESC Knopf liegen, für den Fall, dass etwas unvorhergesehenes passiert (Der Taster bohrt sich durch das Material, der Taster reagiert nicht, der Taster ist doch nicht über dem Material).

Nach dem Autofokus Prozess liegt der Brennpunkt des Lasers auf der Oberfläche des Materials.⁷

Null Null (Origin)

Um die Maschine für den Laser Job bereits zu haben, kann nun der Laserkopf mit den $\leftarrow \uparrow \downarrow \rightarrow$ Tasten an die gewünschte Position gefahren werden. Um diese Position als Ausgangspunkt für einen Schnitt, eine Gravur oder eine Perforation zu setzen muss dies mit der Taste „Origin“ bestätigt werden.⁸ Falls Unsicherheit besteht ob der Origin auch der aktuellen Position des Laserkopfes entspricht, kann über einen Druck auf die Taste ESC (Escape) der Kopf auf seinen letzten Origin zurückgesetzt werden.

Achtung: Vor dem Starten eines Jobs sollte nochmals sichergestellt werden, dass der Origin stimmt. Der Laser beginnt einen Job von dieser Position aus. Falls die Position vom Origin abweicht könnte das Material an einer anderen Stelle bearbeitet werden.

⁷Bei starken Materialien kann es nützlich sein den Fokus nicht auf der Oberfläche, sondern im Material zu haben. Um bei einem 10mm starken Material dies zu bewerkstelligen, bedarf es eines 5mm starken Materials. Auf dieses wird der Fokus gesetzt. Dann wird es durch das 10mm starke Material ausgetauscht. Hierbei ist jedoch drauf zu achten, dass der Taster nicht gegen das Material stoßen darf. Diese Methode ist nur ratsam für bereits erfahrene Benutzer.

⁸Die Taste bestätigt, dass sie gedrückt wurde mit einem Piep. Mehr nicht. Es empfiehlt sich vor einem Job mehrfach zu überprüfen ob der Origin auch gesetzt ist.

Laser Job

Die einfachste Methode einen Job zu starten ist über die USB Verbindung aus der RDWorks Software heraus mit der Start Taste. Es existiert auch die Möglichkeit Job Dateien aus RDWorks heraus auf ein USB Stick zu speichern und diesen direkt in die Maschine zu stecken. Dafür muss der Stick FAT formatiert sein und die Dateien müssen auf der untersten Ebene des Dateisystems liegen. Unterordner werden nicht erkannt. Im weiteren Verlauf dieses Handbuchs wird diese Möglichkeit nicht berücksichtigt. Ebenfalls werden hier nur die minimalen Schritte beschrieben um einen Job mit RDWorks einzurichten und auszuführen. Ein komplette Übersicht würde den Rahmen dieses Dokuments sprengen. Hierfür existiert ein Benutzerhandbuch das vom Hersteller der Software zusammen mit dieser ausgeliefert wird.

Die Parameter Verstehen

Die Parameter die zur Verfügung stehen sind

1. Die Geschwindigkeit des Laserkopfes gemessen in Millimeter pro Sekunde (mm/s).
2. Die Intensität des Laserstahls gemessen in Prozent (%).

Ausgehend von diesen beiden Parametern muss der Job eingerichtet werden. Ein 3mm Acrylplatte würde zum Beispiel bei 10mm/s und 90% Leistung geschnitten werden. Eine Gravur auf dieser Platte kann schon bei 80mm/s und 15% Leistung gut aussehen.

Stärkere Materialien bedürfen mehr Leistung und eine langsamere Bewegung. Dünne Materialien können bei einer schnellen Fahrt auch schon mit geringer Leistung geschnitten werden. Wobei eine zu hohe Geschwindigkeit sich auch auf die Qualität von Kurven und Ecken auswirkt. Es gilt hier eigenen Erfahrungswerte zu sammeln. Ebenfalls können die Außentemperatur, die Feuchtigkeit des Materials oder auch die Reinigung der Umwerfspiegel die Werte beeinflussen.

Daten Vorbereiten

Die Steuerungssoftware RDWorks kann mit zwei unterschiedlichen Dateitypen umgehen.

1. Vektor Daten
2. Pixel Bilder

Vektor Daten

Vektor Daten können für das Schneiden, Perforieren und Gravieren genutzt werden. Es existieren einige Applikationen zum erstellen von Vektor Daten. Adobe Illustrator (AI), Inkscape, Affinity Designer, Sketch. Hier werden Beispiele aus AI gezeigt.

Für Schnitt und Perforation können Pfade angelegt werden die offen sind. Diese werden von dem Laserkopf nach gefahren. Hierbei ist zu beachten, dass die Software jeden Pfad erkennt der im Dokument liegt. Es werden nur Pfade erkannt, keine Konturen. In Abbildung 6 ist die GPU-Vorschau von AI zu sehen. Dies ist jedoch nicht was der Laser erkennt.

Was in Abbildung 7 zu sehen ist, entspricht dem was von dem Laserkopf nach fahren würde. Die Abbildung zeigt die Pfadansicht. Um zwischen GPU-Vorschau und Pfadansicht zu wechseln kann die Tastenkombination • Y (macOS) oder Strg Y (Win) genutzt werden.⁹

⁹Im weiteren Verlauf dieses Handbuchs wird nur die macOS Variante • dargestellt. Für Windows muss dies durch Strg ersetzt werden. Falls Abweichungen existieren wird darauf hingewiesen.

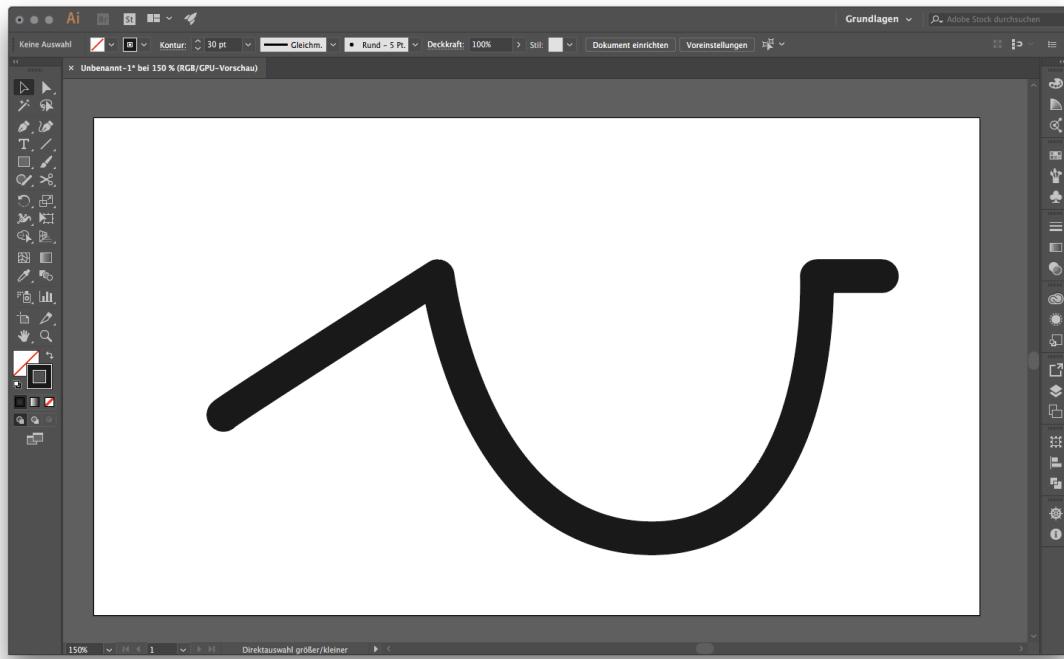


Abbildung 6: Adobe Illustrator GPU-Vorschau

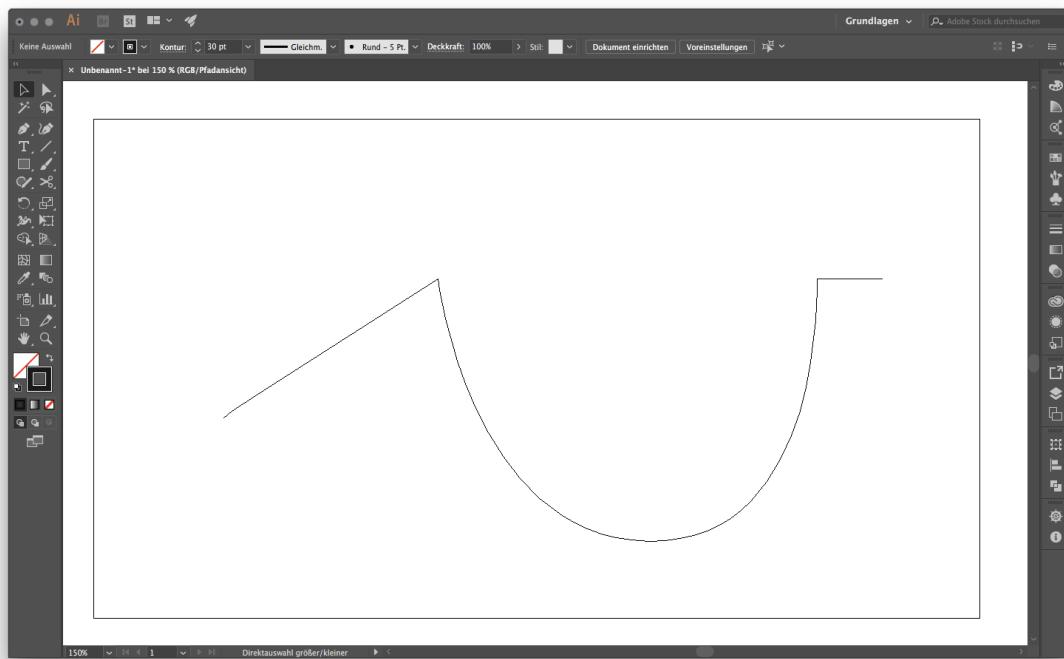


Abbildung 7: Adobe Illustrator Pfad Ansicht

Für die Gravuren funktionieren nur geschlossene Vektorpfade. In Abbildung 8 sieht es so aus als ob beide Flächen geschlossen sind. Die Pfadansicht zeigt jedoch, dass die rechte Form nicht geschlossen ist Abbildung 9. Somit würde die rechte Form für eine Gravur nicht beachtet werden.

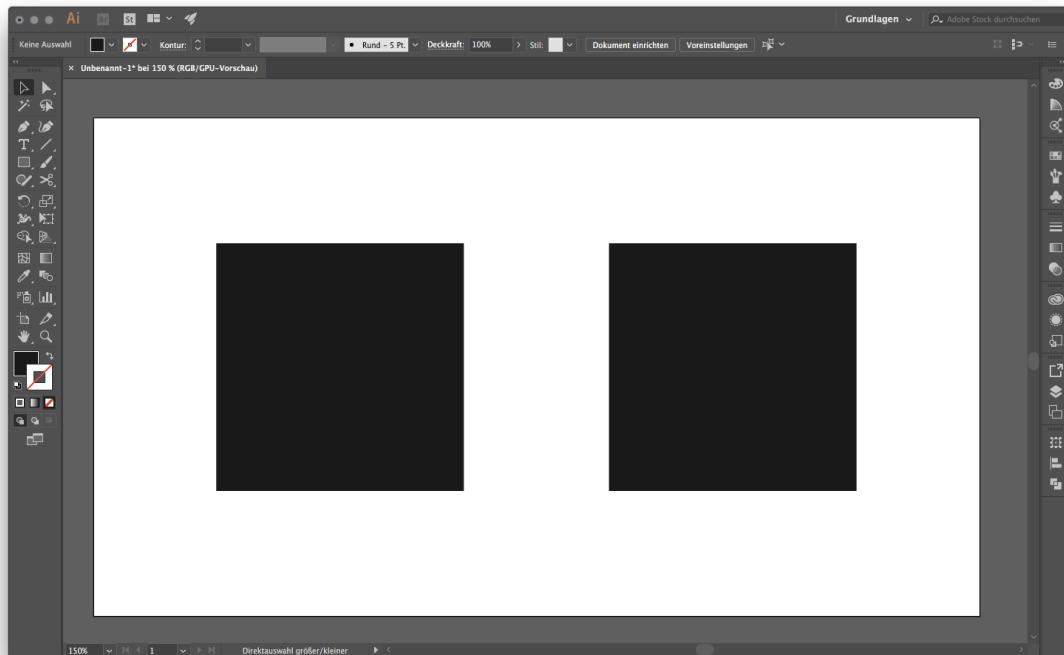


Abbildung 8: Adobe Illustrator Fläche offen GPU-Vorschau

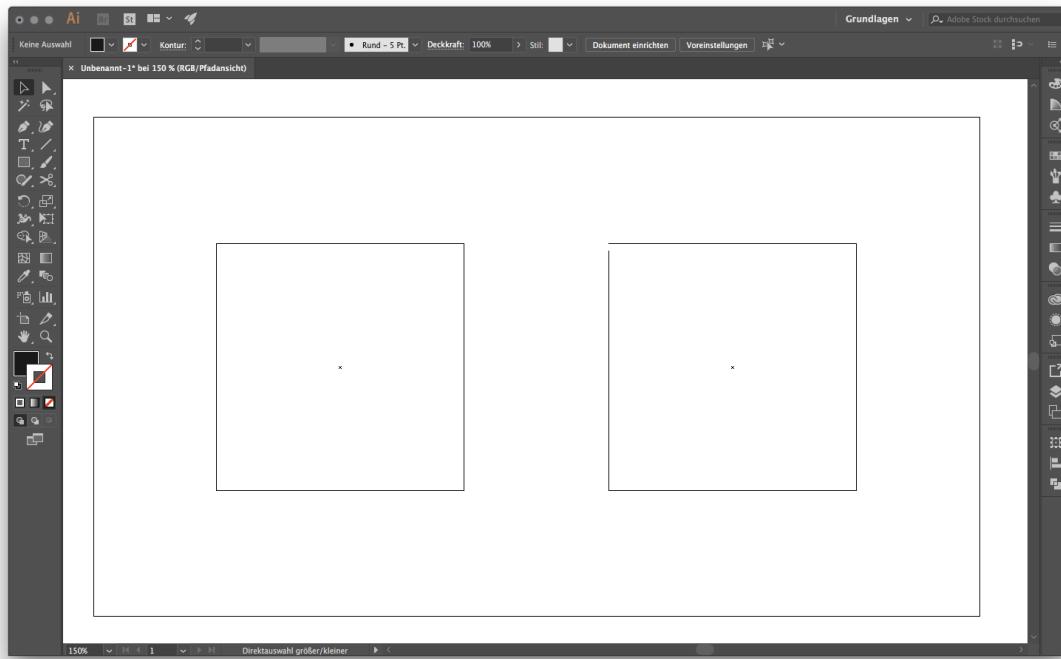


Abbildung 9: Adobe Illustrator Fläche offen Pfadansicht

Grundsätzlich sollte ein AI Dokument so angelegt werden, dass

- keine Überreste von Pfadpunkten in ihm liegen.
- keine Ebenen ausgeblendet werden.
- keine Daten außerhalb der Arbeitsfläche liegen.

In Abbildung 10 und +@fig:rest sind in der Pfadansicht Reste zu sehen die optisch in der GPU-Vorschau nicht zu erkennen wären. Die Maschine würde diese Pfadpunkte und Pfade dennoch in Betracht ziehen.

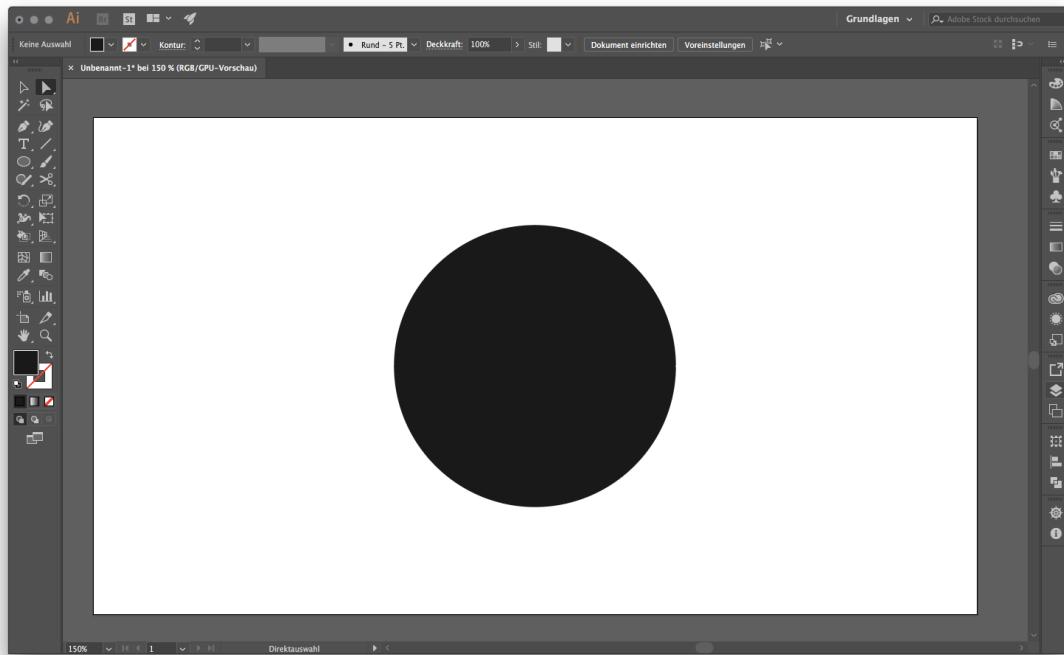


Abbildung 10: Adobe Illustrator versteckte Reste GPU-Vorschau

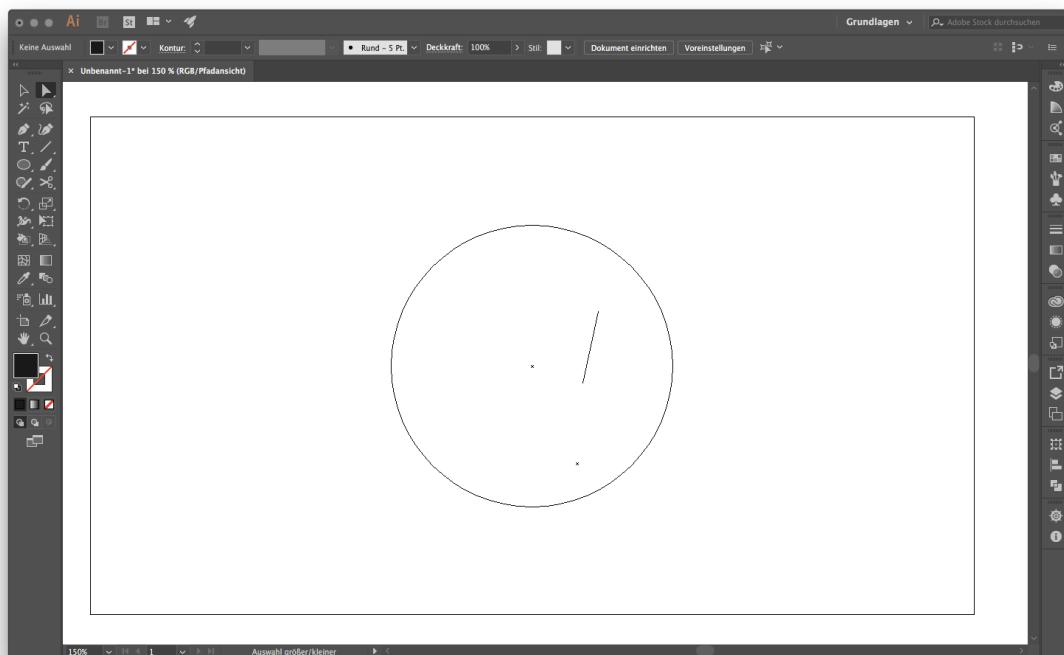


Abbildung 11: Adobe Illustrator versteckte Reste Pfadansicht

Unterstützte Vektor Formate

Die Software RDworks unterstützt viele Formate. Die besten Ergebnisse wurden bisher mit folgenden Formaten erzielt.¹⁰

- .ai (Version 3)
- .dxf (R14)

Bei allen Formaten ist zu beachten, dass die voreingestellte Einheit mm sein sollte.

AI DXF Export

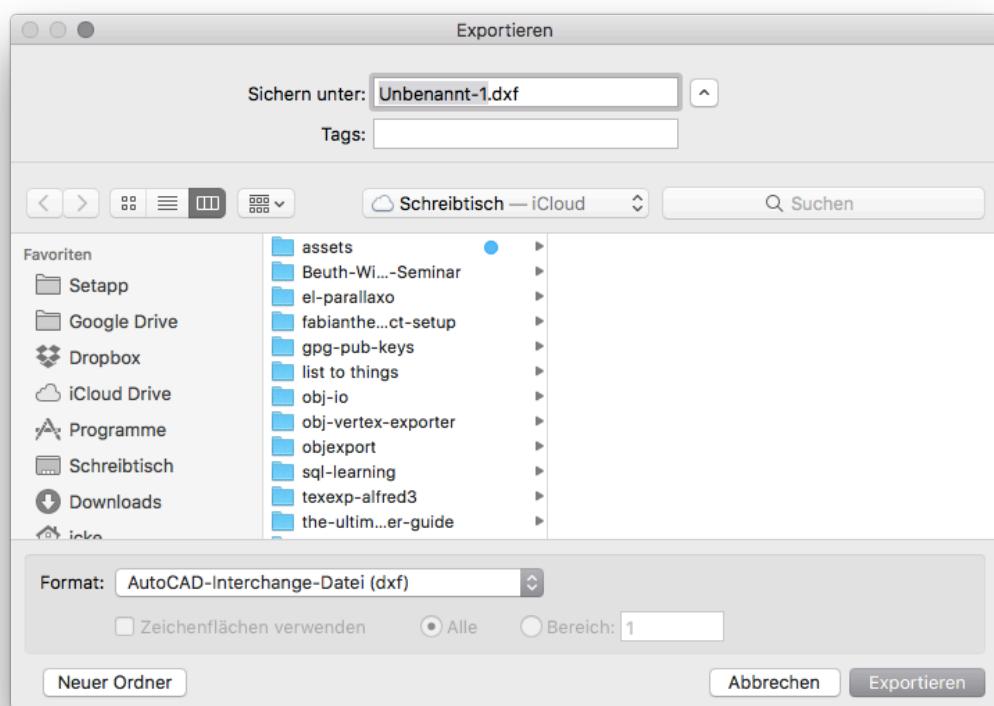


Abbildung 12: Adobe Illustrator Datei Export Dialog

DXF Dateien können aus AI unter Datei>Exportieren>Exportieren als... ausgegeben werden. Dazu muss am unteren Rand des Datei Dialogs die Option AutoCAD-Interchange-Format (DXF) gewählt werden. Siehe Abbildung 12.

Dies öffnet einen weiteren Dialog für die Einstellungen der DXF Datei. Hier ist drauf zu achten, dass

- die AutoCAD Version R14/LT98/LT97 ist.
- im Abschnitt Bildmaterialskalierung die Einheiten richtig von 1 mm in 1 Einheit skaliert werden.

Alle weiteren Einstellungen können so bleiben wie sie sind. Siehe Abbildung 13

¹⁰Weiter Informationen zu Formaten sind im Handbuch der Software zu finden.

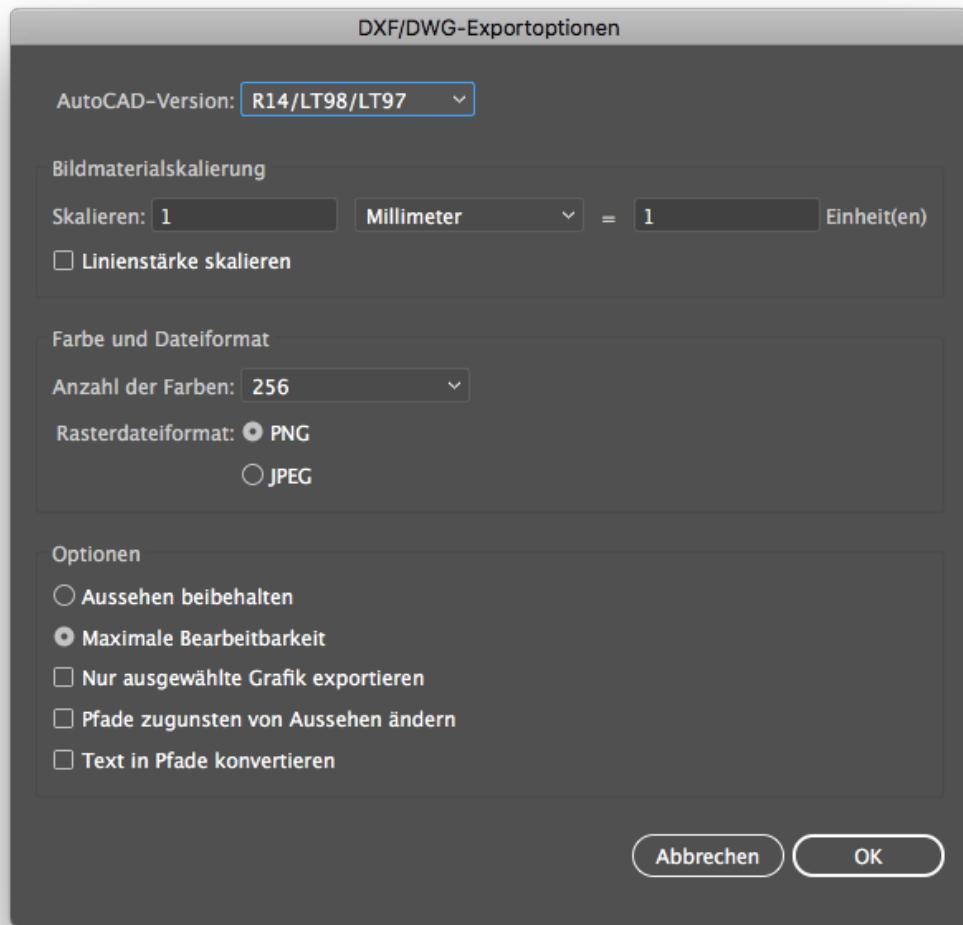


Abbildung 13: Adobe Illustrator DXF Export Dialog

Wenn in einer Datei mehrere Arten von Schnitt, Perforation oder Gravur angelegt werden sollen können die einzelnen Objekte getrennt werden indem ihnen eine eigene Farbe zugeordnet wird. Ebenen werden beim Export nicht berücksichtigt.

Pixelbilder

Es können ebenfalls Pixelbilder genutzt werden um Gravuren zu erzeugen. Hierbei besteht die Möglichkeit die Graustufen des Bildes zu verwenden um die Intensität des Lasers zu steuern. Die Bilder können maximal einen Auflösung von 1000 „dots per inch“ (dpi) haben. Ab 300dpi können bereits sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Unterhalb von 300dpi wird die Auflösung der Gravur roh. Gerade bei Schriften sollte wenn möglich entweder eine hohe Auflösung genutzt werden oder auf Vektoren zurückgegriffen werden.

Daten Import

Vektor Dateien und Pixelbilder werden über den Befehl Datei>Import in die Software eingeladen.

Art des Jobs

Die Art des Laserjobs bestimmt auch mit welche Möglichkeiten zur Verfügung stehen.

- Schneiden
- Gravieren
- Perforieren

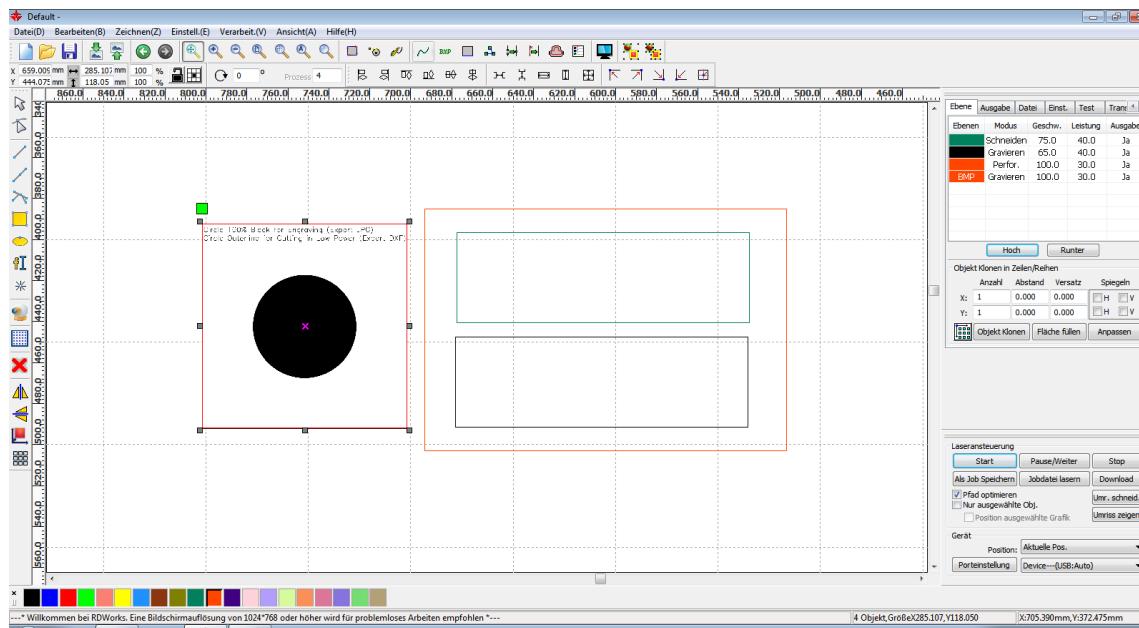


Abbildung 14: RDworks Software Oberfläche

Schneiden

Um einen Schnitt einzurichten kann mit einem Doppelklick auf die entsprechende Ebene in der Ebenenpalette rechts oben (siehe Abbildung 14) das Menü für die Einstellungen aufgerufen werden. Siehe Abbildung 15. Hier kann eingestellt werden wie schnell der Laserkopf gefahren werden soll und mit welcher Intensität der Schnitt stattfinden soll. Dazu muss:

1. Die Ausgabe auf Ja stehen.

2. In Geschw. (mm/s) der gewünschte Wert eingetragen werden.
3. Der Lasermodus auf Schneiden stehen.
4. Im Feld mit der 1 und der Checkbox in Min Leist (%) und Max Leist. (%) der gleiche Wert eingetragen werden.¹¹

Alle weiteren Möglichkeiten sind zur Feineinstellung. Hierfür sollte das Handbuch der Software zu Rate gezogen werden.

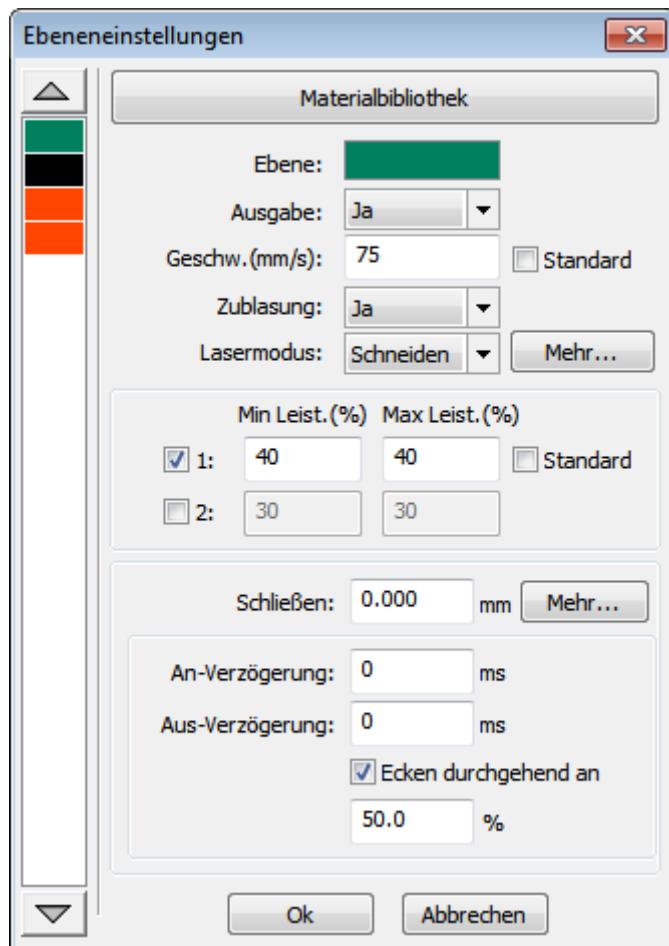


Abbildung 15: RDWorks Ebeneneinstellungen Schneiden

¹¹Die Software nutzt den Max Wert. Um Verwirrung zu vermeiden sollte jedoch in beide Felder der gleiche Wert eingetragen werden.

Gravieren

Um eine Gravur einzurichten kann mit einem Doppelklick auf die entsprechende Ebene in der Ebenenpalette rechts oben (siehe Abbildung 14) das Menü für die Einstellungen aufgerufen werden. Siehe Abbildung 16. Hier können verschiedene Parameter der Gravur definiert werden. Dazu muss:

1. Die Ausgabe auf Ja stehen.
2. In Geschw. (mm/s) der gewünschte Wert eingetragen werden.
3. Der Lasermodus auf Gravur/Scan stehen.
4. Das Feld Graustufen ausgewählt sein oder nicht.¹²
5. Die Leistung eingestellt werden
 1. Wenn einheitlich graviert werden soll, muss im Feld mit der 1 und der Checkbox in Min Leist (%) und Max Leist. (%) der gleiche Wert eingetragen werden.¹³. In diesem Fall sollte Graustufen ausgeben nicht gewählt sein.
 2. Wenn abhängig von den Graustufen des Bildes graviert werden soll. muss im Feld mit der 1 und der Checkbox in Min Leist (%) die Leistung für das schwächste Grau eingetragen werden und im Feld Max Leist. (%) die Leistung für das tiefste Schwarz eingetragen werden.¹⁴
6. Für den Gravurmodus gewählt werden ob¹⁵
 1. X nur in eine Richtung graviert werden soll.
 2. X in beide Richtungen graviert werden soll.
 3. Y nur in eine Richtung graviert werden soll.
 4. Y in beide Richtungen graviert werden soll.
7. In Zeilenabst. (mm) der Abstand zwischen den einzelnen Gravurzeilen eingegeben werden. Der Standard ist 0,1mm. Dies kann aber noch weiter reduziert werden.

Alle weiteren Möglichkeiten sind zur Feineinstellung. Hierfür sollte das Handbuch der Software zu Rate gezogen werden.

¹²Im Fall von Vektoren als Vorlage kann nur ein einheitlicher Wert gewählt werden. Das Feld ist dann nicht anwählbar.

¹³Die Software nutzt den Max Wert. Um Verwirrung zu vermeiden sollte jedoch in beide Felder der gleiche Wert eingetragen werden.

¹⁴Aus Erfahrung hat sich ergeben, dass Werte unterhalb von 10% Leistung kaum Ergebnis haben.

¹⁵Die Gravurmodi bestimmen wie der Laser die Punkte abfährt. Zum Beispiel würde bei X beide Richtungen der Laser von Links anfahren, gravieren, auslaufen. Von Rechts wieder anfahren, gravieren, auslaufen und so weiter. Bei kleinen Schriften kann dieser Modus Treppen erzeugen. Es empfiehlt sich, wenn kleine Formen graviert werden sollen, den Laser nur aus einer Richtung gravieren zu lassen. Dadurch verdoppelt sich die Laufzeit für die Gravur.

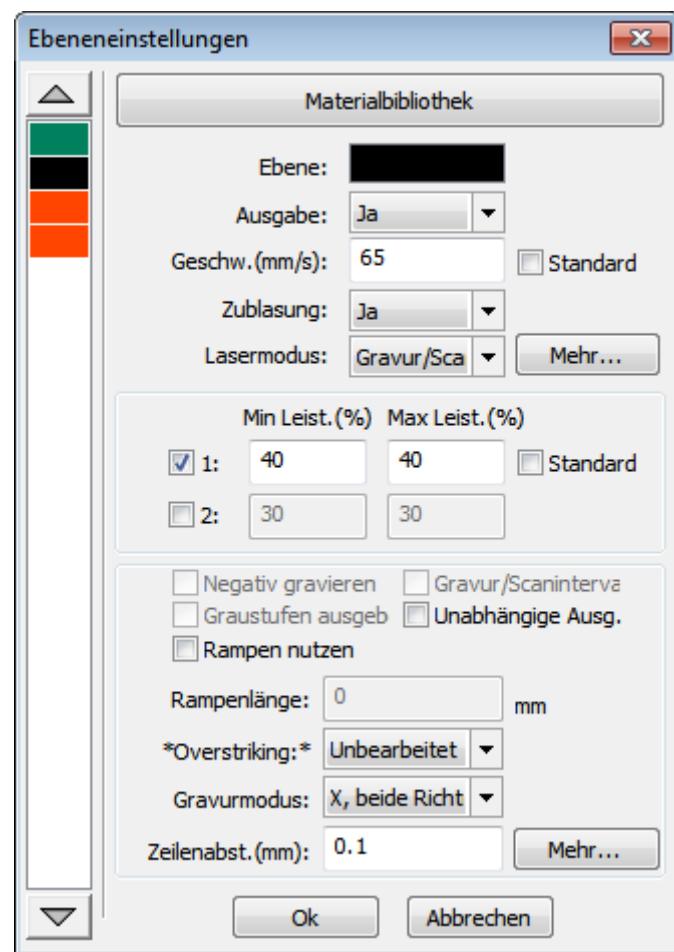


Abbildung 16: RDWorks Ebeneneinstellung Gravur Vektorform

Perforieren

Um eine Perforation einzurichten kann mit einem Doppelklick auf die entsprechende Ebene in der Ebenenpalette rechts oben (siehe Abbildung 14) das Menü für die Einstellungen aufgerufen werden. Siehe Abbildung 17. Hier kann eingestellt werden wie schnell der Laserkopf gefahren werden soll, mit welcher Intensität die Perforation stattfinden soll und wie das Verhältnis zwischen Schnitt – Lücke – Schnitt – Lücke – etc. sein soll. Dazu muss:

1. Die Ausgabe auf Ja stehen.
2. In Geschw. (mm/s) der gewünschte Wert eingetragen werden.
3. Der Lasermodus auf Schneiden stehen.
4. Im Feld mit der 1 und der Checkbox in Min Leist (%) und Max Leist. (%) der gleiche Wert eingetragen werden.¹⁶
5. Das Interval auf einen mm Wert definiert werden.
6. Die Punktlänge auf einen mm Wert definiert werden.

Alle weiteren Möglichkeiten sind zur Feineinstellung. Hierfür sollte das Handbuch der Software zu Rate gezogen werden.

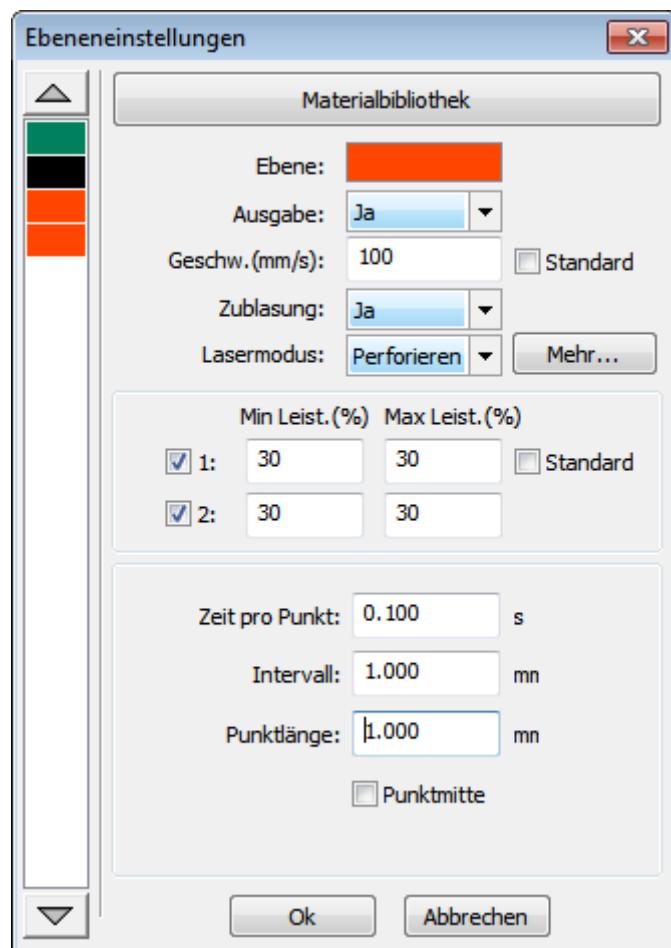


Abbildung 17: RDWorks Ebeneneinstellungen Perforieren

¹⁶Die Software nutzt den Max Wert. Um Verwirrung zu vermeiden sollte jedoch in beide Felder der gleiche Wert eingetragen werden.

Material Bibliothek

Bei allen drei Arten von Jobs ist die Einstellung von Leistung und Geschwindigkeit abhängig von dem Material. Glücklicherweise bietet die Software die Möglichkeit Einstellungen zu speichern. Diese können in der Materialbibliothek abgelegt werden. Um diese zu offen muss mit einem Doppelklick erst die Einstellung der Ebenen geöffnet werden. Im oberen Bereich befindet sich ein Knopf (siehe zum Beispiel Abbildung 17) für die Materialbibliothek. Abbildung 18. Von dort aus können Einstellungen geladen oder die aktuellen unter einem neuen Namen gespeichert werden.¹⁷ Hierbei ist es ratsam einen aussagekräftigen Namen zu wählen. Als Standard sollte folgendes Muster gelten.

Material Stärke Jobtyp

Dies würde bei einer Gravur auf einer 3mm Hochdichte Faserplatte (HDF) zu HDF 3mm Gravur werden.

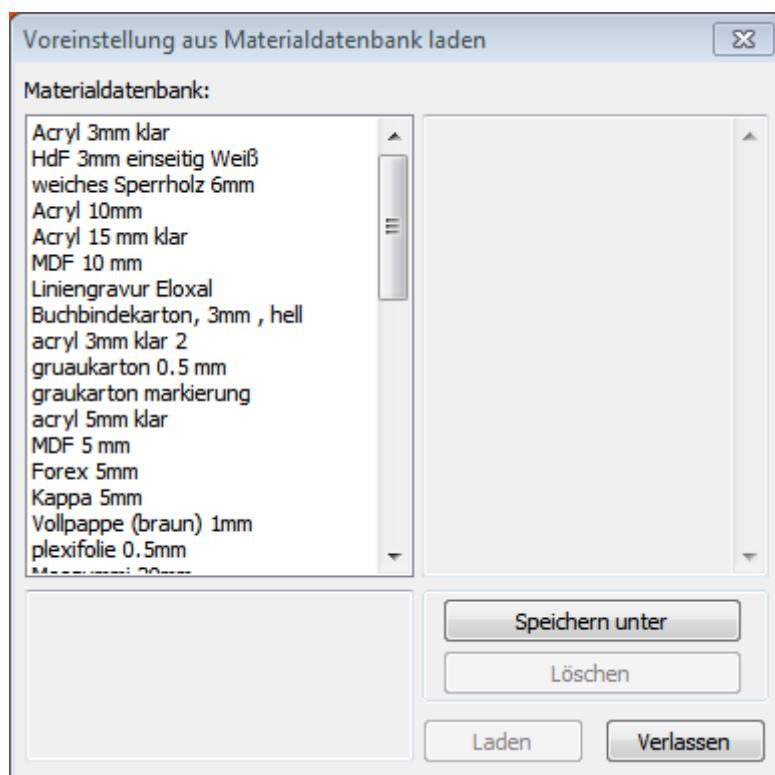


Abbildung 18: RDworks Materialbibliothek

Lüftung

Achtung: Das aktivieren der Lüftung darf nicht vergessen werden.

Den Job Starten

¹⁷Wenn der Name bereits existiert wird die alte Variante überschrieben.

Abschaltung

Laserkopf in Ausgangsposition

Z-Achse Runter Fahren

Hauptstrom

Lüftung

Oberlicht Schließen

Weiter Steuermethoden

Speed

Materialen

Der Computer

Feuer?

Notaus?

F.A.Q.

Checklist

Über dieses Dokument

MacTex

```
brew cask install mactex
```

Schriften

Es werden die Schriften [Camingo Code von Jan Fromm](#) und [Open Sans von Steve Matteson](#) verwendet. Diese müssen installiert und aktiviert sein. Es reicht nicht die Schrift Dateien im benutzer Ordner `/Users/you/Library/Fonts/` zu haben. Auf dem System auf dem dieses PDF generiert wurde mussten diese unter `/Library/Fonts/` installiert sein.

Generieren

Das Dokument ist überwiegend in Pandoc Markdown [M¹] geschrieben. Dort wo [M¹] nicht mehr weiter kommt wurde \LaTeX genutzt. Um das finale PDF zu generieren muss Pandoc mit dem dem fignos Filter installiert sein. Um die Ausführung zu vereinfachen wurde das entsprechende Shell Befehl in ein npm script gespeichert.

```
brew install pandoc  
pip install pandoc-fignos  
git clone git@github.com:FH-Potsdam/the-ultimate-laser-guide.git  
cd ./the-ultimate-laser-guide  
npm install  
npm run pandoc
```

- [Pandoc - About pandoc](#)
- [tomduck/pandoc-fignos: A pandoc filter for numbering figures and figure references.](#)