

# Das Ultimative Laser Handbuch<sup>\*</sup>

Fabian Morón Zirfas  
University of Applied Sciences Potsdam (Germany)  
[moron-zirfas@fh-potsdam.de](mailto:moron-zirfas@fh-potsdam.de)  
Anne Boenisch  
University of Applied Sciences Potsdam (Germany)  
Andreas Schulz  
University of Applied Sciences Potsdam (Germany)

## Zusammenfassung

Dies ist ein Step by Step Guide zur Bedienung des 100W C02 Lasers der Fachhochschule Potsdam.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
Grundlegende Vorraussetzungen sind...	3
Inbetriebnahme	4
Oberlicht Öffnen	4
Lüftung Einschalten	4
Arbeitsfläche leeren	5
Gitter Überprüfen	5
Hauptstrom	5
Distanztaster Überprüfung	5
Einschalten	6
Referenzfahrt	6
Z-Achse	6
Material Einlegen	6
Fokus Setzen	7
Null Null (Origin)	7
Laser Job	8
Die Parameter Verstehen	8
Daten Vorbereiten	8
Vektor Daten	8
Unterstützte Vektor Formate	13

---

<sup>\*</sup>Foobah

AI DXF Export . . . . .	13
Pixelbilder . . . . .	15
Daten Import . . . . .	15
Schneiden . . . . .	15
Gravieren . . . . .	16
Perforieren . . . . .	17
Material Bibliothek . . . . .	17
Lüftung . . . . .	17
Den Job Starten . . . . .	18
Abschaltung . . . . .	19
Laserkopf in Ausgangsposition . . . . .	19
Z-Achse Runter Fahren . . . . .	19
Hauptstrom . . . . .	19
Lüftung . . . . .	19
Oberlicht Schließen . . . . .	19
Weiter Steuermethoden . . . . .	19
Speed . . . . .	19
Materialen . . . . .	19
Der Computer . . . . .	19
Feuer? . . . . .	19
Notaus? . . . . .	19
F.A.Q. . . . .	19
Checklist . . . . .	20
Über dieses Dokument . . . . .	20
Generieren . . . . .	20

## Tabellenverzeichnis

## Abbildungsverzeichnis

1	Lüfter Steuerung . . . . .	4
2	Adobe Illustrator GPU-Vorschau . . . . .	9
3	Adobe Illustrator Pfad Ansicht . . . . .	10
4	Adobe Illustrator Fläche offen GPU-Vorschau . . . . .	10
5	Adobe Illustrator Fläche offen Pfadansicht . . . . .	11
6	Adobe Illustrator versteckte Reste GPU-Vorschau . . . . .	12
7	Adobe Illustrator versteckte Reste Pfadansicht . . . . .	12
8	Adobe Illustrator Datei Export Dialog . . . . .	13
9	Adobe Illustrator DXF Export Dialog . . . . .	14
10	RDworks Software Oberfläche . . . . .	15
11	RDWorks Ebeneneinstellungen Schneiden . . . . .	16
12	RDWorks Ebeneneinstellung Gravur Vektorform . . . . .	17

## Einleitung

tbd

### Grundlegende Vorraussetzungen 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 haltigen 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.

### Lüftung Einschalten

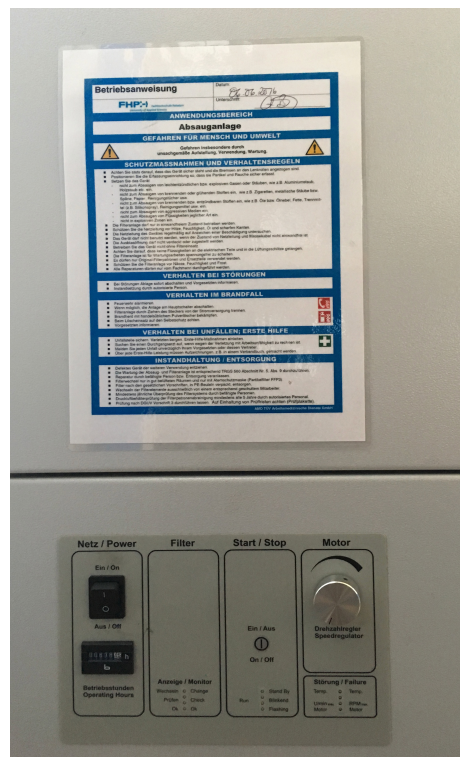


Abbildung 1: Lüfter Steuerung

An der Lüftung gibt es den 4 Steuerungsbereiche. Siehe [Abbildung 1](#)

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. Dieser muss aktiviert werden um der Maschine Strom zu geben

### **Distanztaster Überprüfung**

Am Laserkopf ist links der Distanztaster.<sup>1</sup> Dieser dient dazu die Distanz des Lasers zur Oberfläche des Materials einzustellen.<sup>2</sup> Vor dem einschalten der Lasersteuerung muss überprüft werden:

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

---

<sup>1</sup>Der Taster ähnelt einem Kugelschreiber.

<sup>2</sup>Die Distanz beträgt 21,2mm.

<sup>3</sup>Es kann passieren, dass der Taster verrußt und dadurch nicht mehr reagiert.

## Einschalten

Wenn alle entsprechenden Überprüfungen stattgefunden haben, kann die Maschine über den An/Aus Drehschalter mit dem Schlüssel aktiviert werden. **Hierbei ist die eine Hand über dem Notaus**, für den Fall dass etwas unvorhergesehenes passiert.<sup>4</sup>

## 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 der 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.

---

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

## Fokus Setzen

Um den Laserkopf in seiner Distanz zur Oberfläche des Materials einzustellen, hat die Maschine eine Autofokus Funktion. Dazu wird der Distanztaster<sup>5</sup> 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.**<sup>6</sup> 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  $\uparrow \downarrow$  Tasten kann der Punkt Autofocus ausgewählt werden. Mit Enter wird er aktiviert. **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.<sup>7</sup>

## 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 setzten muss dies mit der Taste „Origin“ bestätigt werden.<sup>8</sup> 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.**

---

<sup>5</sup>Der Taster ähnelt einem Kugelschreiber.

<sup>6</sup>Wenn der Distanztaster im Gitter steckt bleibt die Maschine Abgeschaltet und muss erst wird erst wieder durch die zuständigen Personen freigegeben werden.

<sup>7</sup>Bei 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.

<sup>8</sup>Die 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 Handbuches 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 Laserstrahls 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 Vektordaten. 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 nachgefahren. Hierbei ist zu beachten, dass die Software jeden Pfad erkennt der im Dokument liegt. Es werden nur Pfade erkannt, keine Konturen. In Abbildung 2 ist die GPU-Vorschau von AI zu sehen. Dies ist jedoch nicht was der Laser erkennt.

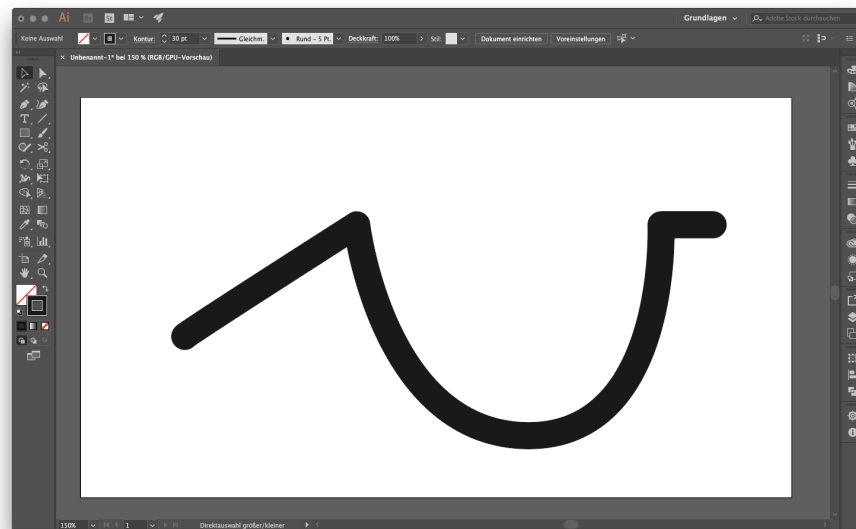


Abbildung 2: Adobe Illustrator GPU-Vorschau

Was in Abbildung 3 zu sehen ist, entspricht dem was von dem Laserkopf nachgefahren 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.<sup>9</sup>

Für die Gravuren funktionieren nur geschlossene Vektorpfade. In Abbildung 4 sieht es so aus als ob beide Flächen geschlossen sind. Die Pfadansicht zeigt jedoch, dass die rechte Form nicht geschlossen ist Abbildung 5. Somit würde die rechte Form für eine Gravur nicht beachtet werden.

---

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

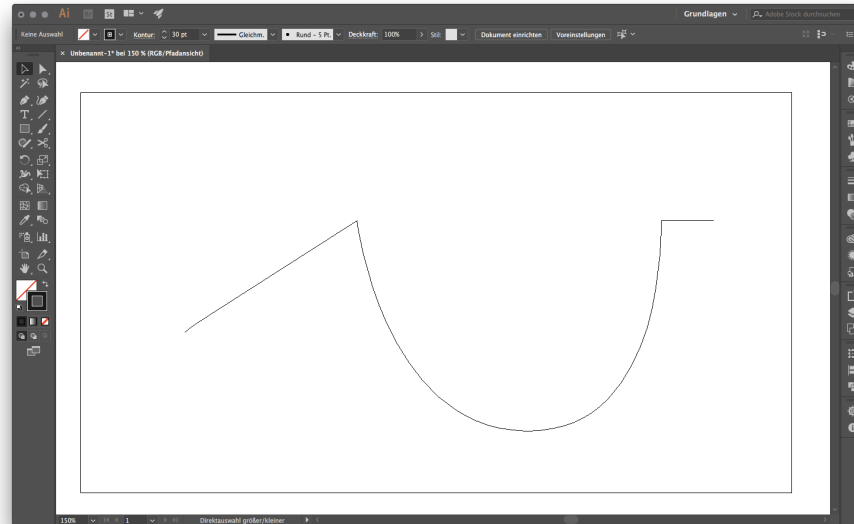


Abbildung 3: Adobe Illustrator Pfad Ansicht

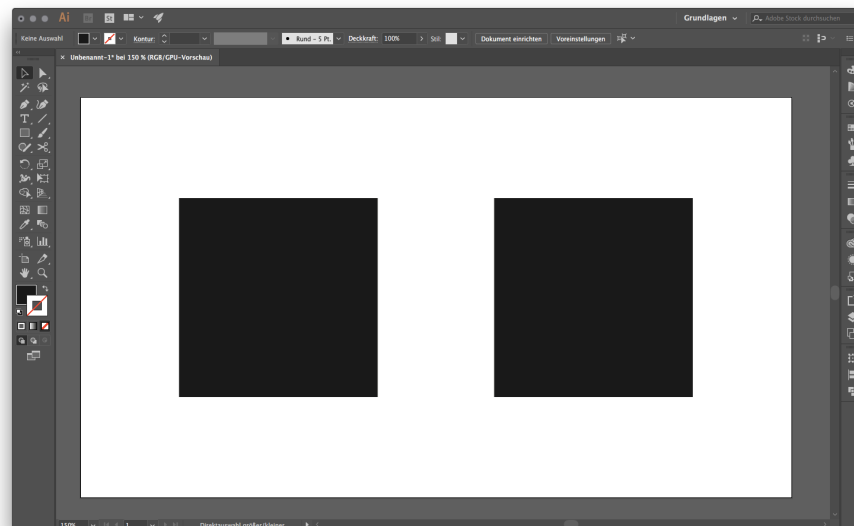


Abbildung 4: Adobe Illustrator Fläche offen GPU-Vorschau

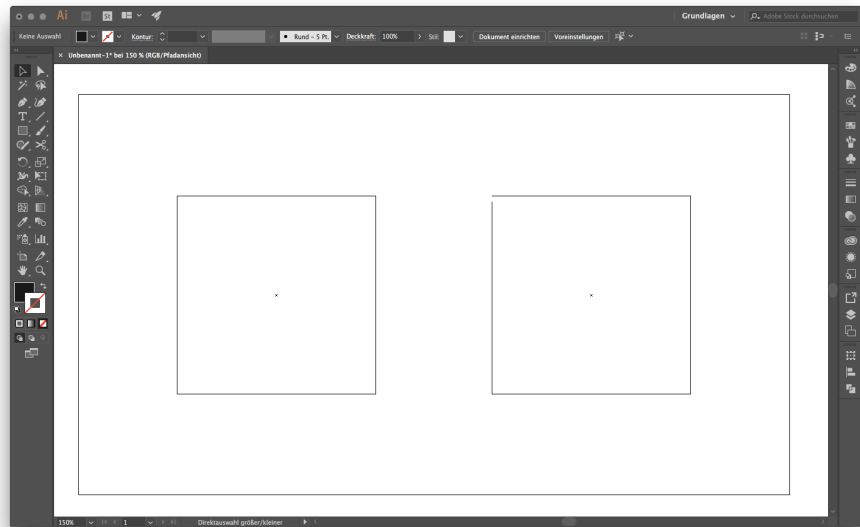


Abbildung 5: Adobe Illustrator Fläche offen Pfadansicht

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 6 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.

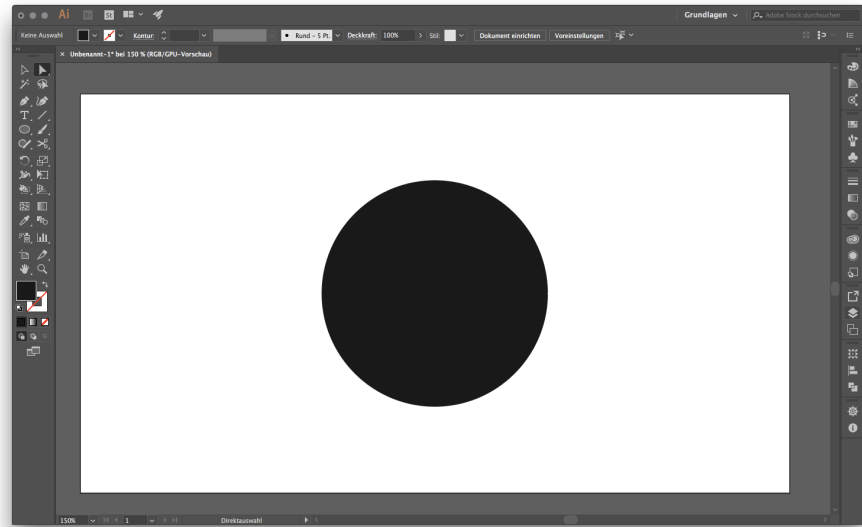


Abbildung 6: Adobe Illustrator versteckte Reste GPU-Vorschau

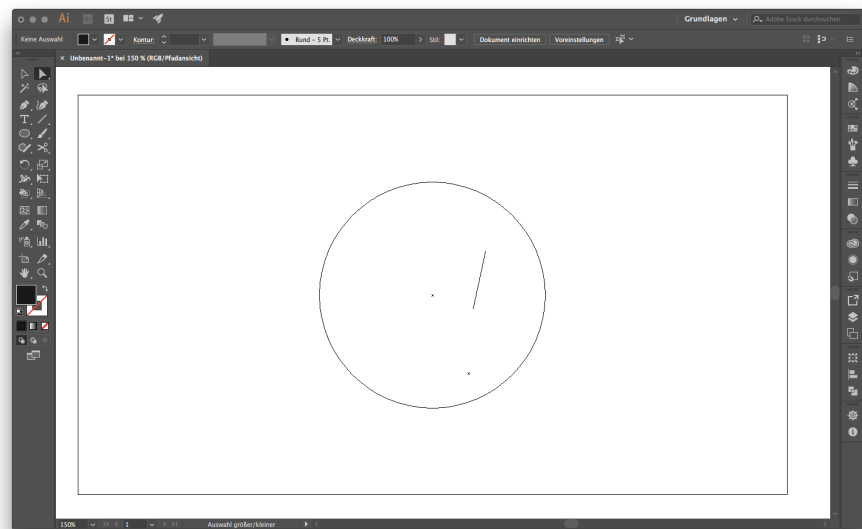


Abbildung 7: Adobe Illustrator versteckte Reste Pfadansicht

## Unterstützte Vektor Formate

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

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

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

## AI DXF Export

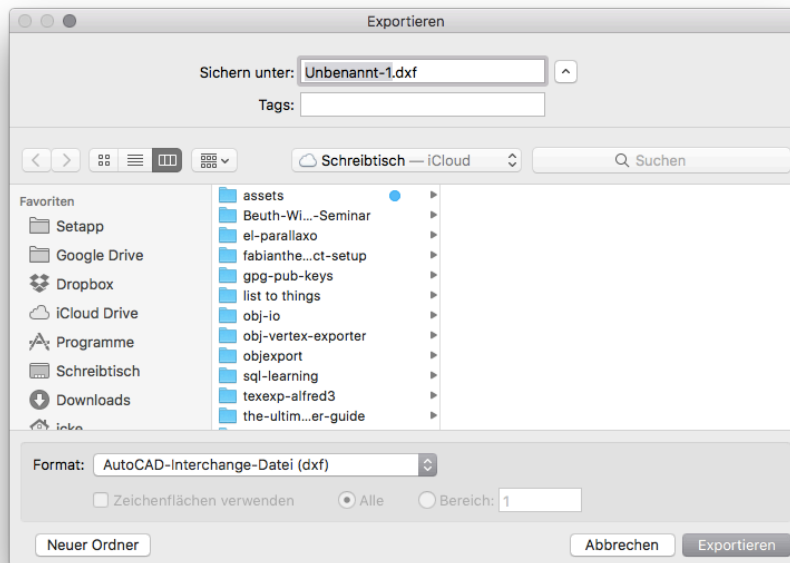


Abbildung 8: Adobe Illustrator Datei Export Dialog

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

- die AutoCAD Version R14/LT98/LT97 ist.

<sup>10</sup>Weiter Informationen zu Formaten sind im Handbuch der Software zu finden.

- 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 9

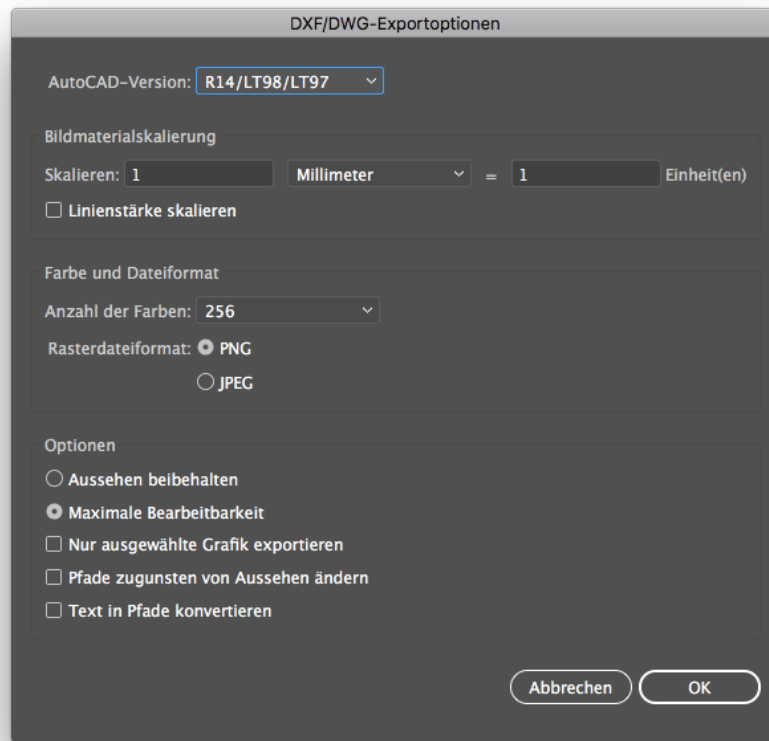


Abbildung 9: Adobe Illustrator DXF Export Dialog

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 eine 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.

## Schneiden

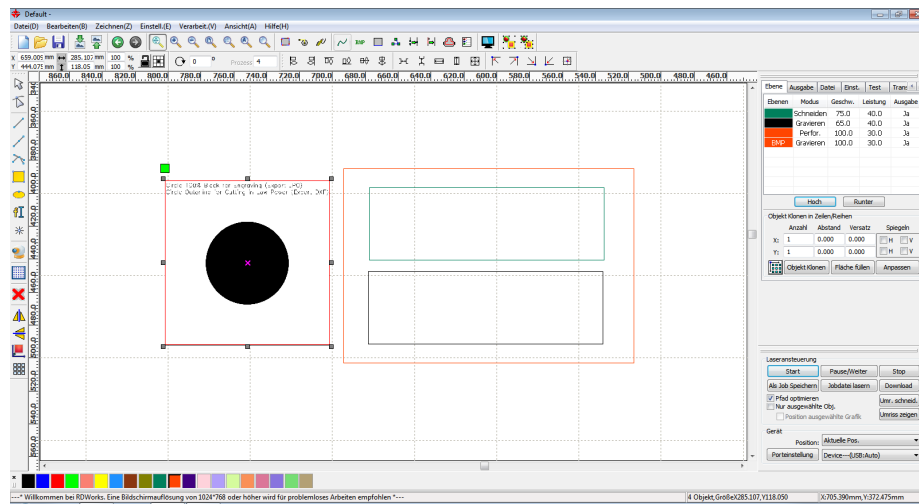


Abbildung 10: RDworks Software Oberfläche

Um einen Schnitt einzurichten kann mit einem Doppelklick auf die entsprechende Ebene in der Ebenenpalette rechts oben (siehe Abbildung 10) das Menü für die Einstellungen aufgerufen werden. Siehe Abbildung 11. 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.<sup>11</sup>

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

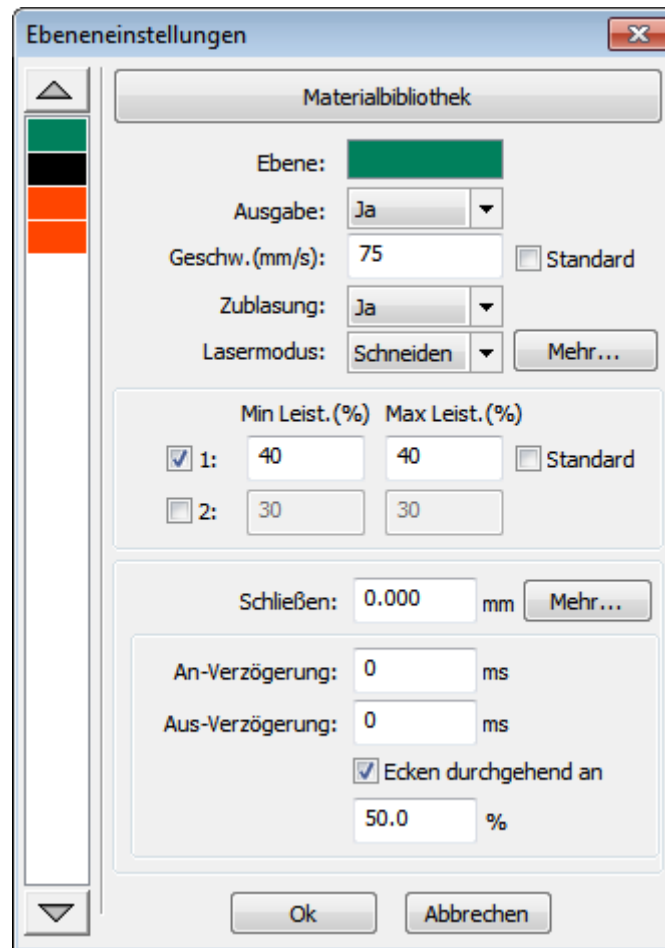


Abbildung 11: RDWorks Ebeneneinstellungen Schneiden

## Gravieren

Um eine Gravur einzurichten kann mit einem Doppelklick auf die entsprechende Ebene in der Ebenenpalette rechts oben (siehe Abbildung 10) das Menü für

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



die Einstellungen aufgerufen werden. Siehe Abbildung 12. Hier kann eingestellt werden wie schnell der Laserkopf gefahren werden soll und mit welcher Intensität die einzelnen Punkte des Bildes gepulst werden sollen.

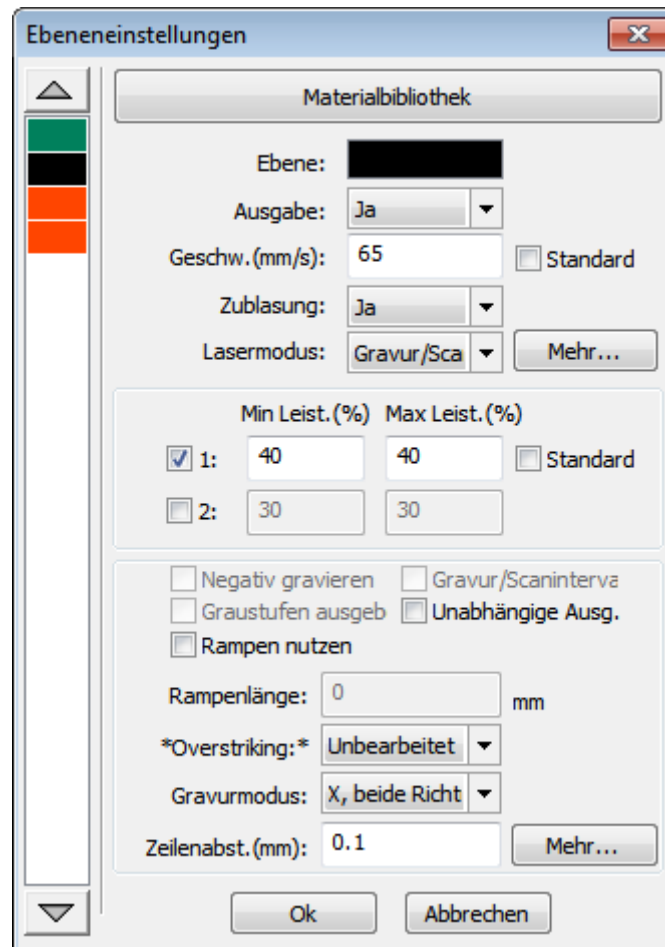


Abbildung 12: RDWorks Ebeneinstellung Gravur Vektorform

**Perforieren**

**Material Bibliothek**

**Lüftung**

**Achtung:** Das aktivieren der Lüftung darf nicht vergessen werden.

## **Den Job Starten**

**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

### Generieren

Das Dokument ist überwiegend in Pandoc Markdown [M↓] geschrieben. Dort wo [M↓] nicht mehr weiter kommt wurde L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 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.](#)