



Laserhandbuch Modellbau FBA



Wofür kann man den Laser nutzen?

Arbeitsweise und Einsatzgebiet

Der Lasercutter der Werkstatt kann 2D-Vektorobjekte und (Raster)grafiken interpretieren und diese auf eine Fläche einbrennen, je nach Stärke des Laserstrahls wird entweder nur die Oberfläche bearbeitet (was im weiteren als Gravur bezeichnet wird) oder das Material kann u.U. auch komplett durchtrennt werden. Der Fokus sollte hier auf der Herstellung von Modellbauteilen, die mit herkömmlichen Bearbeitungsmethoden gar nicht oder nur sehr schwer hergestellt werden können liegen.

Materialien

Die Bearbeitung einer Vielzahl von Werkstoffen ist möglich. Wobei die Qualität des Ergebnisses je nach Material stark variiert. Metalle, Glas und einige Kunststoffe, die Schadstoffe freisetzen sind hier komplett ausgeschlossen. Es folgt eine Liste der in der Werkstatt vorrätigen Materialien incl. Eigenschaften beim Lasern.

Material (Kürzel)	auf Lager	Eignung	Anmerkungen	Alternativen
PAPPEN				
Finnpappe (FP)	1.0 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 mm	+++		Ausschneiden mit Cutter, Schneidplotter
Siebdruckpappe (SDP)	1.0 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 mm	+++		Ausschneiden mit Cutter, Schneidplotter
Graupappe (GP)	1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 mm	+	sehr starke Ruß- und Schmauchspuren	Ausschneiden mit Cutter, Schneidplotter
Sandwichpappe (SWP)	3.0 / 5.0 / 10.0 mm	-	nur Gravur!	Ausschneiden mit Cutter, Schneidplotter
KUNSTSTOFFE				
Vivak® (PET)	1mm	++	schmilzt stärker als Acryl. Filigrane Strukturen problematisch	Ausschneiden mit Cutter
Aycryglas (Plexi)	2.0 / 3.0 / 4.0 / 6.0 / 8.0mm	++++	Klare, durchsichtige Kanten	Holzbearbeitungsmaschinen (Kreissäge etc.), Fräsen
HOLZ(WERKSTOFFE)				
Birkensperrholz (BSH)	1.0 / 1.5 / 2.0 mm (4.0/6.5/9.0mm)	+	gut gravierbar, Schneiden: stark rußend; ab 4.0mm Nur Gravur!	Holzbearbeitungsmaschinen (Kreissäge etc.), Fräsen
MDF	3.0 / 4.0 / 6.0 / 8.0 / 10.0mm	--	nur Gravur!	Holzbearbeitungsmaschinen (Kreissäge etc.), Fräsen

Was wird benötigt?

Grundlegende CAD Kenntnisse

Vectorworks ist das Programm mit dem die Modellbauwerkstatt arbeitet und .VWX Dateien funktionieren daher am besten. Alle anderen Programme müssen als .DWG bzw. .DFX Datei exportiert werden.

Die FBA Vorlagedatei

Die bekommt ihr [hier](#)¹. Wie sie aufgebaut ist wird in den folgenden Kapiteln erklärt.

Diese Anleitung

Achtet darauf, dass sie der aktuellsten Version entspricht. Die bekommt ihr ebenfalls [hier](#)¹.

Ein paar Tage Zeit

Eine Datei erstellen kostet Zeit und die Herstellung auch nochmal, gerade zu Stoßzeiten müsst ihr mit Wartezeiten rechnen. 2- 3 Werkzeuge solltet ihr schon verkraften können.

Wie gebe ich einen Auftrag ab?

Schritt 1 - Speichern/Export

Wie bereits erwähnt speichert die Datei als .VWX oder .DWG/.DFX Datei². In einer Vectorworksdatei könnt ihr alle Einzelaufträge als Layer in **einer** Datei ablegen. Bei .DWG/.DFX Dateien muss für jede Zeichnung eine Datei gespeichert werden.

Schritt 2 - Upload

Dieser befindet sich auf dem \$Kurse Verzeichnis des Fachbereichs und heisst: !LASERABGABE. Hier erstellt ihr einen neuen Ordner (Nachname, Vorname).

Schritt 3 - Persönliche Abgabe

Abschliessend müsst ihr noch in der Modellbauwerkstatt³ vorbei kommen. Hier füllt ihr ein Auftragsformular aus und ein Mitarbeiter der Werkstatt prüft mit Euch zusammen nochmal die Datei. Es besteht die Möglichkeit, dass Ihr bei inhaltlichen Mängeln nochmal Nachbesserungen vornehmen müsst, bevor Euer Auftrag angenommen werden kann.

Was ist wichtig?

Vorlage Datei benutzen

Beginnt eine neue Datei in der von uns zur Verfügung gestellten Vorlagedatei. Ihr dürft hier Objekte hineinkopieren und neu anlegen. Jedoch muss alles was nicht Laserrelevant ist später wieder gelöscht werden.

Parameter zuweisen

Es ist absolut wichtig, dass ihr die Voreinstellungen, die in der Vorlage getroffen sind nicht verändert, sondern lediglich Euren Elementen die passenden Einstellungen zuweist. Dies geschieht in Form von vordefinierten Klassen und Layern. Welche das sind wird auf den folgenden Seiten erklärt.

WICHTIG! Alles verbinden

Bitte achtet darauf, dass alle Teile, die benötigt werden mit Eurem Trägermaterial verbunden bleiben. Mit anderen Worten: Was nach dem Lasern heraus fällt wird als Abfall betrachtet!
Ausnahme hier: Plexiglas.

Wie geht es weiter?

Auftrag geht in die Produktion

Wenn die abgegebenen Dateien geprüft und ok sind, werden sie in die Bearbeitungsschleife eingereiht. Sie wird dann aus dem Abgabeordner genommen. Sollte es während der Bearbeitung Fragen geben kontaktieren wir Euch per Telefon oder über Eure FBA-Emailadresse.

Der Auftrag ist fertig

Sind alle Teile eines Auftrages fertig bearbeitet wird der Geamtantrag zur Abholung in der Modellbauwerkstatt bereit gelegt. Es gibt keine Erinnerung von unserer Seite. Schaut also zum besprochenen Zeitpunkt in der Werkstatt vorbei um Euren Auftrag abzuholen.

Bezahlung

Eurem Auftrag beiliegend ist das zu Beginn ausgefüllte Auftragsformular. Hier sind die Kosten vermerkt. Dieser Schein verbleibt in der Werkstatt und kann nicht als Quittung benutzt werden.

¹ <https://fba.h-da.de/fachbereich/institutionen/werkstatt/downloads/>

² Dateibenennung VWX: YMMDD_Nr_Name DWG/DFX: YMMDD_Nr_Name_Material in mm (z.B. 190426_01_Modellbauer, Eva_FP2) ³ Gebäude B12

Der Arbeitsbereich

Der Lasercutter hat einen maximalen Arbeitsbereich von 1200x700 mm. Die wirkliche Arbeitsfläche ergibt sich aus dem Format des Materials abzüglich einem Rand von einem Zentimeter, der unbedingt einzuhalten ist. Bei einer Pappe von 1000x700mm ergibt sich **daher eine effektiver Arbeitsbereich von 980 x 680 mm**.

Randabstand

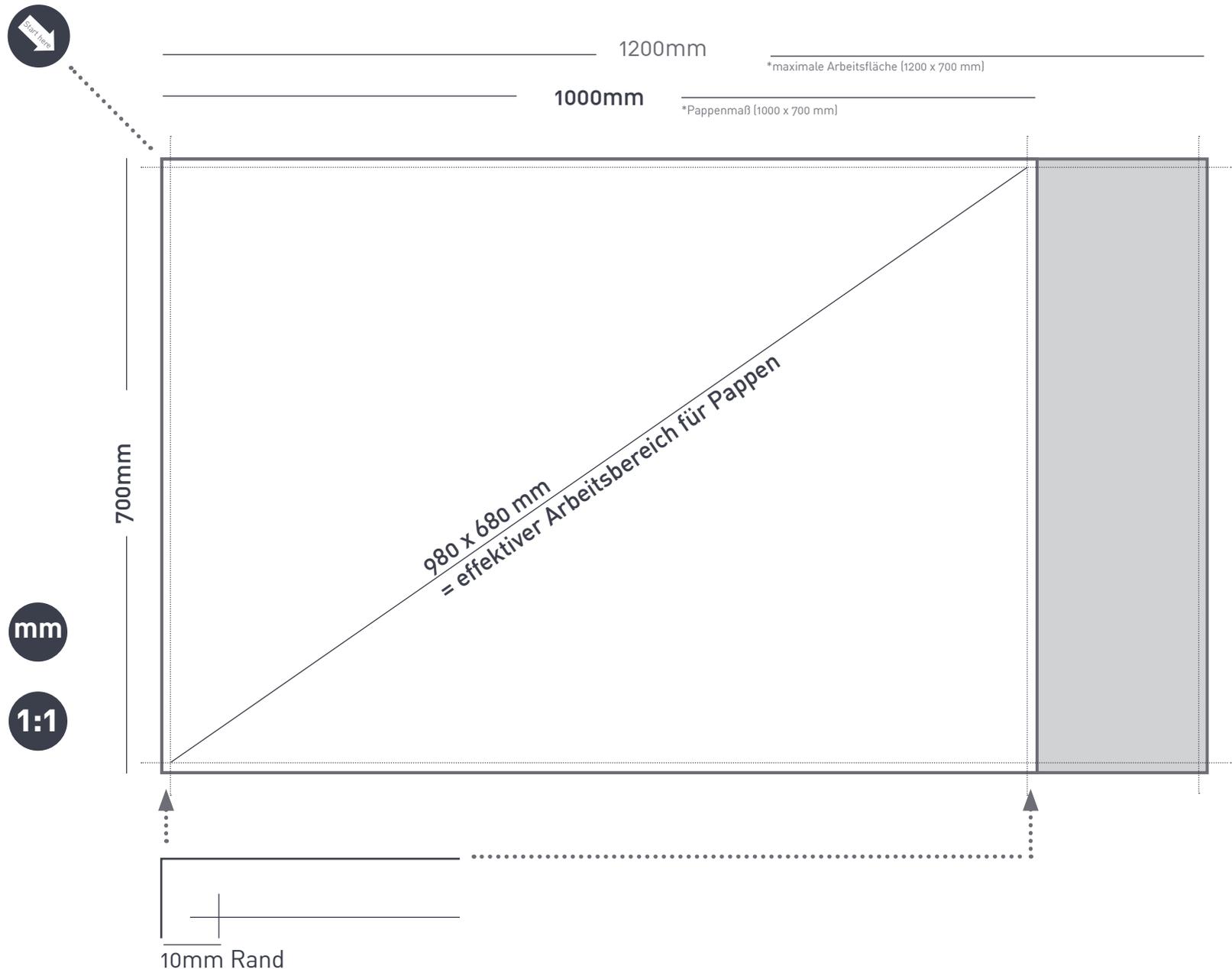
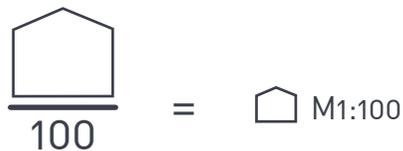
Wie oben erwähnt ist ein Rand von 10mm einzuhalten. Dieser ist nötig um Ungenauigkeiten in Materialmaß und Positionierung auszugleichen. Die Randmarkierungen werden nicht geschnitten. **Alles was geschnitten werden soll muss auch eingezeichnet werden!**

Maßstab + Einheit

Die Zeicheneinheit ist **Millimeter** und der **Maßstab 1:1**, er bezieht sich auf das Modell, nicht auf das geplante Bauwerk.

Es genügt also nicht den Maßstab einfach auf 1:1 zu ändern, ihr müsst die Zeichnung um den entsprechenden Faktor skalieren. Also eure Zeichnung durch den Maßstabsfaktor teilen.

D.h.: 1m entspricht je nach Maßstab des Modells: 20mm (1:50); 10mm (1:100); 1mm (1:1000) usw.



Vektorlinien

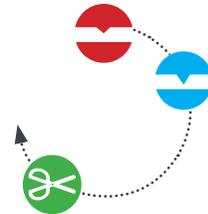
Der gängigste Weg dem Lasercutter Befehle zu geben ist eine Zeichnung mit Vektorlinien anzulegen. Damit die Maschine diese interpretieren kann ist es wichtig, dass den Linien die kleinstmögliche Strichstärke (0,01 mm) zugewiesen ist und sie keine Transparenz aufweisen.

Der Laser fährt dann diese Linien ab und mit Hilfe eines Farbcodes steuert man die Stärke des Laserstrahls.

P.S. Schraffuren funktionieren in der Regel nicht und müssen händisch nachgezeichnet werden.

Farbcode

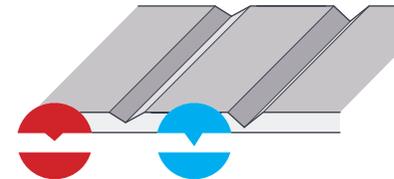
Je nachdem welche Farben ihr den so erstellten Vektolinien zuweist verändert sich das Ergebnis. Theoretisch stehen hierfür 16 RGB-Farben zur Verfügung in der Praxis benötigen wir aber nur drei: ROT (255/0/0), BLAU (0/0/255) und GRÜN (0/255/0). Jeder Farbe ist jeweils eine Funktion zugeordnet. Die einzelnen Funktionen werden nacheinander abgearbeitet und zwar wie unten dargestellt.



Vektorgravuren

Bei Vektorgravuren werden die Oberflächen des Materiales angeritzt, die Gravur wird sichtbar als Vertiefung und - je nach Material - als dunkler Strich.

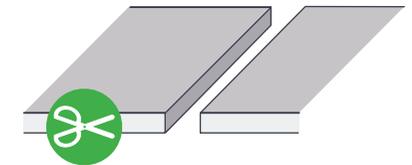
Es gibt zwei Gravurfunktionen: Gravur leicht (ROT) und Gravur stark (BLAU). Der Unterschied liegt in der Sichtbarkeit der Gravur. ROT ist vor allem zum Markieren geeignet, BLAU zum darstellen deutlich erkennbarer Strukturen.



Schneiden

GRÜN angelegte Vektorlinien durchtrennen das Material komplett. D.h. grüne Formen werden ausgeschnitten, das Nebenprodukt eines solchen Schnittes ist eine verbrannte Kante und je nach Material eine mehr oder weniger verrußte Oberfläche.

Bitte beachtet: Was komplett ausgeschnitten wird als Abfall betrachtet!



Doppellinien

Wenn Linien sich kreuzen oder direkt übereinander liegen fährt der Lasercutter jede Linie einzeln nacheinander ab. Dies wirkt sich negativ auf die Dauer des Auftrages und damit dessen Kosten sowie auf die Qualität Eures Bauteils.

Außerdem entsteht Brandgefahr durch das erhöhte Hitzeaufkommen.

Daher sind Überlagerungen unbedingt zu vermeiden. Wie man identische Linien nachträglich entfernen kann wird später noch erklärt.

Maßstabsgerechtigkeit

Bitte versetzt Euch - auch wenn ihr am Monitor arbeitet - in den Maßstab Eures Modells und prüft die wahren Maße ab, die Eure Bauteile besitzen. Objekte die unter einem Milimeter groß sind sind in der Regel weder notwendig, noch wird das Ergebnis gut wenn überhaupt etwas übrig bleibt.

Daher abstrahiert auch beim Erstellen von Laserdateien maßstabsgerecht. Nicht jedes Detail muss dargestellt werden. Oft führt das nur zur Ablenkung vom Wesentlichen und Verlängerung der Bearbeitungszeit.

Am Stück

Wie vorher schon erwähnt ist es wichtig, dass alle relevanten/benötigten Bauteile mit dem Trägermaterial (zB. der Pappe) verbunden bleiben. Das erleichtert uns das Verarbeiten Eurer Aufträge und Euch erspart es langwieriges Sortieren.

Diese Regel gilt nicht für Plexiglas, da hier ein anschließendes Heraustrennen der Bauteile nicht möglich ist.

Mögliche Methoden:

1. Anlegen von Schnittlinien als Gravur (BLAU statt GRÜN) und anschließendes Ausschneiden von Hand. (weiterer Vorteil: Saubere Schnittkanten)
2. Anlegen von kleinen „Verbindungsbrücken“ in ausreichender Anzahl und Breite um das Bauteil im Material zu halten und nachträgliches Durchtrennen dieser.

Rastergravur

Alles was keine für den Lasercutter lesbare Vektorlinie ist wird als Pixelgrafik interpretiert. Und als sogenannte Rastergravur behandelt.

Bei einer Rastergravur wird nicht eine Kontur abgefahren sondern ähnlich einem Drucker zeilenweise Pixel für Pixel abgetragen.

Hierbei bestimmt der Schwarzwert des Pixels die Leistung des Laserstrahl. Je dunkler also die Vorlage, desto tiefer wird eingebrannt, je heller desto schwächer.

Rastergravuren sind eine gute Art flächige Strukturen einzugravieren. Kann aber unter Umständen zu äußerst langen Bearbeitungszeiten führen.

Man kann so flächige Felder oder Text auf das gewünschte Material einbrennen lassen. Oder auch Grafiken eingravieren. Farbige Vorlagen sollten auf jeden Fall in Graustufen umgewandelt und der Kontrast eingestellt werden. Bei solchen Vorhaben empfiehlt sich immer ein Testdruck.

Was ist zu beachten?

Um Kosten und Zeit zu sparen empfiehlt sich schon beim Anlegen der Datei zu überlegen wo die Rastergravuren liegen. Falls es möglich ist sollten die Gravuren horizontal nebeneinander aufgereiht sein. Am besten links oben.

Zu beachten ist ausserdem, dass sehr schmale Striche oft sehr schwach bis gar nicht dargestellt werden. Hier sollte man wieder auf die Vektorgravur zurückgreifen.

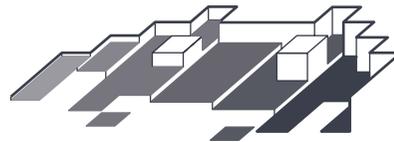
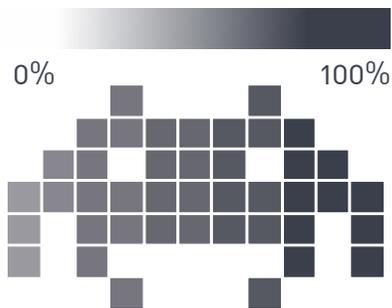
Schriften Anlegen

Wenn ihr Schrift darstellen möchtet habt ihr zwei Möglichkeiten:

1. Als Outline mit Vektorgravuren. Hier ist aber zu beachten, dass sehr Kleinteilige Textblöcke dadurch extrem lange Bearbeitungszeiten hervorgerufen können(dafür empfiehlt sich dann eher Methode 2)

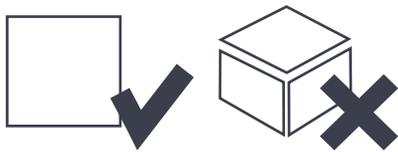
2. Als Rastergravur, d.h. die Buchstaben haben eine Füllung, die Kontur ist hier irrelevant.

Bei beiden Methoden muss der Text vorher in eine Polygone umgewandelt werden. Da nur so gewährleistet ist, dass ihr die Formatierung erhaltet, die ihr möchtet.



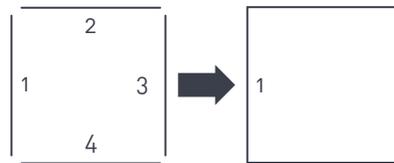
Aufräumen

Achtet beim Importieren von Zeichnungen in die Vorlagendatei darauf, dass nur das übernommen wird, was auch bearbeitet werden soll. Unsichtbar gestellte Ebenen haben hier nichts zu suchen. Außerdem ist es wichtig, dass die Zeichnung aus 2D-Objekten besteht. 3D-Objekte führen zu Fehlern.



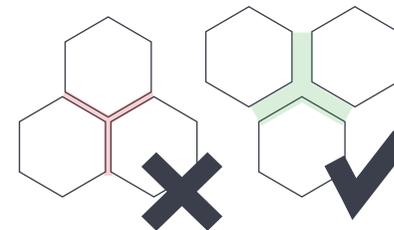
Weniger ist mehr

Reduziert die Datei auf möglichst wenige Einzelobjekte. Oft werden Importdateien in unzählige Einzelstriche zerlegt, was erhöht einerseits die Rechenleistung aber auch ganz direkt die Laserzeit und evtl. Qualität. Polygone oder Polylinien sind daher Einzellinien immer vor zu ziehen.



Minimale Breite

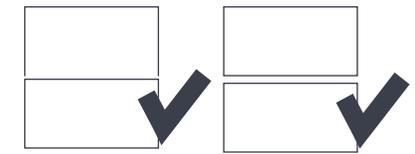
Der Schnitt des Lasers hat eine gewisse Breite. Diese ist so gering, dass sie in der Regel vernachlässigt werden kann. Bei Teilen, die aus sehr filigranen, schmalen Strukturen bestehen wird dies aber relevant. Wenn bei Ausschnitten Teile mit einer Breite unter 2mm entstehen sollte man prüfen ob das mit dem gewählten Material überhaupt funktioniert (Siehe Referenzkarten).



Ordnung muss sein I

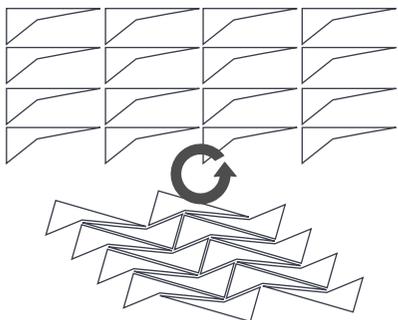
Grundsätzlich können sich zwei Objekte eine Schnittlinie teilen, hierbei ist aber wichtig, dass es wirklich nur eine Linie ist, sonst wird diese zweimal abgefahren und diese Stelle wird stärker verbrannt.

Man kann auch zwei Objekte nahe nebeneinander platzieren. Ein Abstand von 1mm ist hier in der Regel völlig ausreichend.



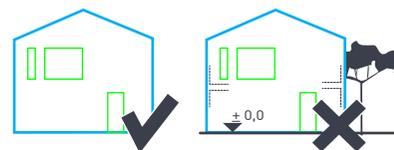
Ordnung muss sein II

Arbeite möglichst platzsparend! Oft kann man durch einfaches Drehen von Objekten viel Raum gewinnen. Viele gleichartige Objekte lassen sich dadurch meist kompakt anordnen.



Nochmal Aufräumen

Wenn eure Laserdatei fertig ist, dann kontrolliert, ob wirklich die richtigen Klassen und Layer den entsprechenden Objekten zugewiesen sind. Löscht alles was nicht für den Laservorgang relevant ist, auch ungenutzte Ebenen und Klassen etc..



Doppellinien löschen:

Die Zeichnung muss abschliessend unbedingt auf doppelte Objekte geprüft werden.

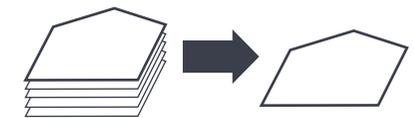
In VW über das Menü „Extras -> Datei-Info -> im Drop-Down-Menu identische Objekte wählen, werden welche angezeigt, alle markieren und löschen.

In AutoCAD heißt dieser Vorgang „Overkill“.

In Rhino der Befehl SelDup.

Nach Ausführen dieser Vorgänge sollte die Zeichnung noch einmal überprüft werden, um auszuschließen,

dass falsche Linien gelöscht wurden. Dieser Vorgang ist zwingend erforderlich. Wir führen ihn auch nochmal aus aber überprüfen nicht, welche Linien gelöscht wurden, von daher ist es in eurem Sinne die Datei schon einmal auf Doppellinien geprüft zu haben, dann sollten wir nichts mehr finden.



Referenzkarte

Für jedes verfügbare Material ist in der Modellbauwerkstatt eine Referenzkarte einsehbar auf der die Eigenschaften des Materials und die Wirkung von Gravuren ablesbar sind.

Hier ist veranschaulicht welche Gravurtiefe man mit der jeweiligen Transparenzeinstellung erreicht.

ROT - leichtes Anritzen der Oberfläche

BLAU - Anritzen der Oberfläche

GRÜN - Schneiden

Drei Möglichkeiten die Verbindung mit dem Trägermaterial zu behalten

Schnittbreite - Was ist die kleinste funktionierende Breite bei diesem Material?

Proportionalität - Gibt es evtl. optische Ungleichmäßigkeiten bei Reihungen?

