

PMMA (“Acrylglas”) schneiden, gravieren, Gravur färben und verkleben Bsp. “Schlüsselanhänger”

Feb. 2017 (Martin, Lab-Management),

Quelle: <https://forum.fablab-luebeck.de/t/pmma-acrylglas-schneiden-gravieren-gravur-faerben-und-verkleben-bsp-schluesselanhaenger/1725>

Arbeiten mit PMMA (Acryl)

Beispiel: Schlüsselanhänger

Schneiden & Gravieren

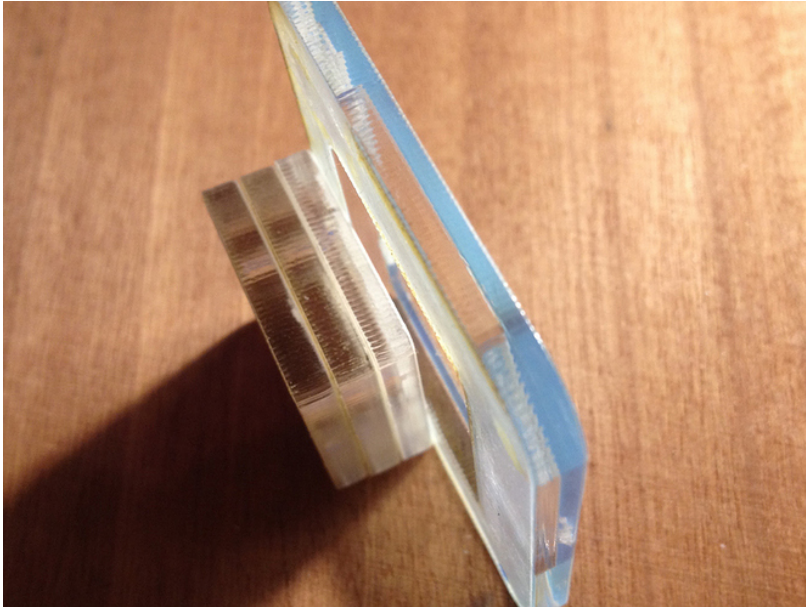
Für die Schlüsselanhänger verwende ich 4mm PMMA. Je nach verwendetem Acrylglas (gegossen, extrudiert, anderer Hersteller/andere Schutzfolie) unterscheiden sich die Schnittwerte/Ergebnisse minimal, generell sind m. E. aber folgende Werte zum Schneiden und Gravieren brauchbar:

Schneiden (4mm PMMA): Speed 17 / Power 60

Gravieren (Materialstärke variabel): Speed 100 / Power 25

Mit den oben angegebenen Standardwerten für das Gravieren fällt die Gravur relativ flach aus, π x einen halben Millimeter tief (auch z.T. wieder abhängig vom verwendeten PMMA). Das reicht zum Einfärben aber vollkommen aus und beansprucht die Stiftspitze nicht so stark wie eine tiefe Gravur. Wenn eine tiefere Gravur gewünscht ist, kann man entweder die Power ein wenig erhöhen oder ein weiteres Mal „übergravieren“.

In Y-Richtung hinterlässt der Lasercutter manchmal eine leichte Riffelung beim Schneiden (siehe Foto). Wenn es Euch stört, solltet Ihr Euer Bauteil so legen, dass der Großteil der sichtbaren Kanten in X-Richtung liegt (macht auch weniger Arbeit beim Nacharbeiten und Schleifen).



Zudem tauchen in PMMA beim Schneiden immer mal kleine Kerben im Rand auf. Die entstehen durch Rückreflektionen des Laserstrahls vom Metallgitter und lassen sich vermeiden, in dem man Holz- oder HDF-Reste aus der Restekiste unter das Acrylglas legt. Bitte dann aber keine großen Stücke nehmen, die andere noch zum Lasern verwenden können, sondern schmale Streifen (sorgt auch für weniger Verunreinigungen).

...und bitte darauf achten, dass die Streifen/Reststücke eine identische Höhe haben (Fokus).

Es empfiehlt sich, generell zuerst zu gravieren und hinterher zu schneiden, gerade wenn man das PMMA mit Resten „unterfüttert“ hat (gelasertes Teil kann runtersacken).

Nacharbeiten und Färben der Gravur

Nachdem die Schlüsselanhänger fertig gelasert sind, muss die Gravur von den weißen Verunreinigungen befreit werden.

Ich nehme dazu eine Reinigungsbürste von einem Trockenrasierer und bürste die Gravur damit aus. Bei hartnäckigen Stellen kann man auch versuchen (wenn man viel Zeit und Muße hat), diese mit einer spitzen Ahle oder bei feineren Gravuren mit einer Stecknadel zu entfernen.



Anschließend habe ich testweise versucht, die Gravur flammenzupolieren. Dabei sollte man darauf achten, das PMMA in den blauen Teil der Flamme zu halten. Da ich keinen handlichen Brenner für so kleine Sachen habe, habe ich es mit einem Zippo-Feuerzeug versucht. Dabei sind zum Teil störende Rußspuren entstanden, die man zwar mit feinem Schleifpapier entfernen kann, allerdings nur von den glatten Flächen und nicht aus der Gravur (wirkt dadurch dunkler, Anschauungsobjekte leg ich ins Regal).

Auch sollte man darauf achten, dass keine weißen Stellen mehr in der Gravur vorhanden sind. Das helle Pulver brennt sich beim Flammenpolieren in die Oberfläche ein und lässt sich hinterher kaum noch entfernen.

Beim Laserschneiden von PMMA entsteht vor allem auf der Unterseite ein mehr oder weniger ausgeprägter Grat. Dieser sollte vor dem Polieren mit der Flamme entfernt werden (fängt schnell Feuer, Flamme wird relativ spät sichtbar).

Das Flammenpolieren eignet sich sehr gut, um geschliffene Ränder glasklar zu bekommen und kleine Kratzer aus der Oberfläche zu entfernen. Ein Feuerzeug ist dafür allerdings nicht optimal. Da wäre ein Crème-Brûlée-Brenner oder etwas ähnlich Handliches vermutlich besser geeignet, bei größeren Werkstücken dann ein Lötbrenner.



Dann geht es ans Ausfüllen bzw. Färben der Gravur. Ich habe mehrere Varianten ausprobiert und benutze hier **Lackmarker von Edding (750 und 751)**.

Versuche zum Einfärben habe ich bisher u.a. mit wasserlöslichen Buntstiften, CD-Markern, Finelinern, pigmentierter Tinte, versch. Permanentmarkern, Edding-Tusche und Tipp-Ex gemacht. Wichtig war mir, dass ich überschüssige Farbe wieder einfach vom PMMA ab bekomme, ohne es zu beschädigen, d.h. ohne Aceton/Nitro-Verdünnung oder Ähnlichem, was das Material angreift.

Die Lackmarker geben ein solides, gleichmäßiges Farbergebnis und werden, sofern gut durchgetrocknet, vom Cyanacrylat nicht angelöst. Außerdem haben sie den Vorteil, dass man durch Pumpen und Abstreifen des Lackes von der Spitze problemlos auch tiefere Gravuren füllen kann.

Tipp: Gerade auf dunklen Untergründen macht sich eine weiß eingefärbte Gravur sehr gut. Da muss man dann auch nicht so sehr auf ev. störende weiße Verunreinigungen achten, da diese durch den weißen Lack nicht mehr auffallen. Bei einer weißen Gravur kommt zudem die Struktur und Tiefe besser zur Geltung. Bei einer schwarzen Gravur ist diese kaum noch sichtbar.



Zum Entfernen der überschüssigen Farbe verwende ich Feuerzeugbenzin und ein Papiertaschentuch.

Vor dem Verkleben reinige ich die Oberfläche nochmal mit Ethylalkohol oder Desinfektionsmittel auf Ethylalkohol- und Isopropanolbasis (jeweils verdünnt und nur kurzzeitig).

Dabei ist zu beachten, dass Ethanol Spannungsrisse im PMMA verursachen kann, gerade bei mechanisch bearbeiteten Werkstücken (zerspanende Bearbeitung, z.B. Fräsen, Sägen, Drehen).

Bei Werkstücken aus dem Lasercutter hatte ich bisher noch keine Probleme damit.

Denkbar wäre auch, die Spannungen durch gezieltes Erwärmen aus dem PMMA zu entfernen (ähnlich wie beim Spannungsarmglühen von Stahl).



Verkleben

Beim Verkleben von transparentem PMMA mit anderen Werkstoffen sollte der Klebstoff gut entlüftet sein, also möglichst wenig/keine Luftbläschen enthalten, um eine gleichmäßige Klebeschicht mit möglichst geringen/ohne Lufteinschlüsse zu gewährleisten.

Bei den Tintenfasshaltern habe ich PMMA mit CFK verklebt. Das ist nochmal eine Herausforderung für sich, da beide Materialien nicht saugfähig und sehr glatt sind und das PMMA bei Verwendung von Epoxydharz selbsttrennend wirkt (Vorteil im Formenbau).

Auch Acrifix 1R 0192 hat bei der Verbindung nicht zuverlässig gehalten (quasi gelöstes PMMA), so dass ich auf Cyanacrylat (Sekundenkleber) ausgewichen bin.

Auch um Gravuren in Acrylglas einzuschließen, eignet sich Cyanacrylat aufgrund des unterschiedlichen Brechungsindexes ggü. des PMMA recht gut.

Bei Verwendung von Acrifix sind lediglich die Lufteinschlüsse sichtbar (Vorteil beim Ausbessern von Beschädigungen, im Foto links).

Epoxydharz (Uhu Plus Schnellfest, Fotomitte) wirkt leicht gelblich und hält das PMMA vermutlich nur aufgrund der Adhäsionskräfte an den Oberflächen zusammen. Überschüssiges Harz lässt sich problemlos vom Rand abziehen.



Beim Verkleben verteile ich eine gleichmäßige Schicht Sekundenkleber auf der Rückseite des Anhängers und fülle die Gravur auf. Kleine Luftbläschen, die z.T. auch noch aus der Gravur aufsteigen können, sind im Gegenlicht gut sichtbar und können mit der Tubenspitze entfernt werden (einfach „leicht drübergehen“/„wegstreichen“). Als Unterlage beim Kleben verwende ich eine alte Dokumentenhülle. Von der kann ich, falls mal Sekundenkleber durchs Furnier durchkommt, das Werkstück einfach abziehen. Anschließend lege ich das PMMA vorsichtig auf das Furnier und schaue, ob sich der Kleber gleichmäßig verteilt. Durch leichten Druck kann man anschließend das Werkstück und die Klebeverbindung noch etwas korrigieren. Nachdem das Cyanacrylat ausgehärtet ist, schneide ich das überstehende Furnier mit einem scharfen Teppichmesser auf einer geeigneten Unterlage ab.

Schleifen & Polieren

Nun fehlt nur noch ein klein wenig Nacharbeit. Dazu nehme ich Schleifpapier (um 200er Körnung) und entgrate die Ränder. Bei größerer Riffelung am Rand schleife ich erst grob vor, dann fein mit Nassschleifpapier nach und poliere dann mit Polierpaste und weichem Tuch (oder Dremel). Das Loch zum Anhängen schneide ich „quick & dirty“ mit dem Teppichmesser aus und schleife hinterher nochmal kurz drüber. Prinzipiell könnte man es auch durchbohren, dazu sollte man das Werkstück allerdings auf einem weiteren Brett fixieren, in das man dann hineinbohren kann (Vermeiden von Ausbrüchen/Ausrissen).

Links: Gelaserter Rand

Mitte: Rand grob geschliffen (matt)

Rechts: Fein geschliffen



Oben: Polierter Rand

Unten: Fein geschliffen und abgerundet



Tipps & Variationen

Links: Schriftzug mit schwarzem Marker ausgefüllt, Trockenzeit zu kurz, leichte Anlösung durch Klebstoff, dadurch erscheint Schriftzug etwas fetter.

Mitte: FabLab-Logo mit Lackmarkern ausgefüllt, Schriftzug mit Fineliner, leicht fleckig durch geringe Viskosität und Haftung der Finelinertinte auf PMMA.

Rechts: Psychedelisches FabLab-Logo mit Finelinern, durch Transluzenz der Tinte lassen sich relativ gut Farbübergänge darstellen, insbesondere im grünen Bereich sieht man aber die Fleckenbildung gut.



Links: Goldmarker auf CFK, Metallic-Marker kommen in Gravuren nicht gut zur Geltung und wirken durch die raue Oberflächenstruktur dunkel und matt.



Links: Wolkenbildung durch Anlösung der Tinte vom Klebstoff. Insbesondere auf nichtsaugfähigen glatten und dichten Oberflächen braucht Cyanacrylat länger zum Aushärten. Cyanacrylat polymerisiert über Luftfeuchtigkeit bzw. Wasser. Durch die Poren im Furnier härtet der Kleber dort recht schnell aus, bei der Verklebung mit CFK dauert es etwas länger. Die im Foto sichtbaren Luftblasen sind zum Teil von der Gravur ausgegangen und zum Teil durch winzige Luftbläschen im Klebstoff entstanden.

Rechts: Tiefe Gravur (ca. 1,5mm) mit weißem Edding Lackmarker aufgefüllt. Das Auffüllen funktioniert sehr gut, wenn man ein-, zweimal pumpt und den Lack dann von der Spitze in die Gravur abstreift. Zur Sicherheit sollte man die gefüllte Gravur einen Tag trocknen lassen. Mit etwas Übung klappt auch die Verklebung nahezu frei von Lufteinschlüssen.



Links: So sieht es aus, wenn die Gravur nicht ausgebürstet und mit einem Goldmarker gefüllt wird. Das PMMA war ein Reststück, das ich nachträglich zum Testen graviert habe. Beim Gravieren hab ich es nur lose auf das Metallrost gelegt und der Luftstrahl hat es ca. nach der Hälfte des zweiten Gravierens leicht verschoben. Lässt sich vermeiden, wenn man Magnete ringsum legt und das Werkstück damit gegen Verschieben sichert.

Rechts: Mit Fineliner gefärbtes Logo. Im grünen Bereich kann man gut die Fleckenbildung erkennen. Durch die Poren/Unebenheiten im Furnier entstehen in der Klebeverbindung winzige Luftbläschen, die aber bei normaler Betrachtung nicht auffallen. Das Logo hat in etwa die Größe einer 5-Cent-Münze. Größere Gravuren mit Finelinern einzufärben, macht wenig Sinn und ist sehr zweitaufwendig (da vllt. eher auf Filzstifte oder Ähnliches ausweichen). Außerdem werden die Spitzen schnell von der

rauen Gravur beschädigt und sehr feine Gravuren kann man mit der Spitze auch schlecht färben.



PS: Das Prinzip kann man natürlich auf alle möglichen Projekte übertragen. Ich hab u.a. z.B. noch mein Regaltürenprojekt.

Auch muss man nicht zwangsweise Furnier oder CFK auf die Rückseite kleben. Man kann das PMMA auch transparent lassen, sofern keine großartige Beanspruchung der Gravur zu befürchten ist.

Man kann z.B. auch Intarsienmuster und -motive lasern und die als Hintergrund verkleben.

Oder man klebt bunten Stoff auf die Rückseite, lackiert sie, nachdem man die Gravur mit Lackmarkern gefärbt hat, lasert ein Logo aus, färbt es ein und klebt es dann irgendwo auf, bastelt sich individuelle Knöpfe mit eigener Gravur/Monogramm, gestaltet ein Windspiel/Mobile mit farbigen Figuren, stellt haltbare und wiederverwendbare Namensschilder für Messebesuche/Veranstaltungen/... her, konstruiert kreative Bierdeckel/Glasuntersetzer oder gleich ein Tablett mit Firmenlogo/Familienwappen/Muster, macht sich ein Türschild mit gelasertem und kontrastierend zum Hintergrund eingefärbtem Familienfoto, u.v.m.

PPS: Die Bilder befinden sich immer unter dem dazu gehörenden Text. Das ist natürlich absolut so gewollt und dazu da, um Leute zu verwirren, die sich nur Bilder angucken