
Der EduFab – Koffer :: Die Bauanleitung

Universität Bremen, AG Digitale Medien in der Bildung

Nadine Dittert, Tim Heimes

Kontakt: ndittert@tzi.de

28. Oktober 2016



edu Fab

Das vorliegende Dokument beschreibt die Fertigung und den Zusammenbau des EduFab – Materialkoffers. Der Koffer ist Teil des EduFab – Construction Kits. Dieses Kit soll es Lehrer*innen vereinfachen, mit Schülerinnen und Schülern im FabLab zu arbeiten. Es enthält Werkzeuge und Materialien, sowie Anregungen für konkrete Workshops, die im Rahmen des Forschungsprojekts EduFab durchgeführt und evaluiert wurden.

Das Design des Koffers wurde inspiriert durch eine Arbeit unseres Kollegen Florian Lütkebohmert und vollendet von Marvin Lange.

Dieses Dokument ist im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts EduFab an der Universität Bremen entstanden. EduFab begann im November 2013 und endete im Juli 2016.



Make Light Photonik selber machen

EINE INITIATIVE VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Dieses Werk steht unter einer Creative Commons Namensnennung- Keine kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland Lizenz. Um die Lizenz anzusehen, gehen Sie bitte zu <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> .

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	3
1. KURZBESCHREIBUNG	4
2. DIE STRUKTUR DES KOFFERS.....	4
3. VORBEREITUNG.....	5
4. ARBEIT AM RECHNER.....	5
4.1. Bearbeitung der Schnittdatei mit Inkscape	5
4.2. Einstellungen in VisiCut	8
5. ARBEIT AM LASER-CUTTER.....	10
6. ZUSAMMENBAU DER EINZELTEILE	10
6.1. Die Basisebene	10
6.2. Die Schublade und die weiteren Ebenen.....	17

1. Kurzbeschreibung

In dem vorliegenden Dokument wird beschrieben, wie ein „**EduFab – Koffer**“ hergestellt wird. Dieser Materialkoffer wurde konzipiert, um Veranstalterinnen und Veranstaltern von EduFab-Workshops eine Möglichkeit zu bieten, ihre benötigten Materialien zu organisieren. Gleichzeitig bietet die Herstellung des Koffers einen Einstieg in den Umgang mit FabLab –Technologien, in diesem Fall in den Umgang mit dem Laser-Cutter. Es müssen die Schnittdateien geladen und gegebenenfalls bearbeitet werden, der Schnitt mit dem Laser-Cutter durchgeführt werden und am Ende der Koffer zusammen gebaut werden.

2. Die Struktur des Koffers

Der EduFab-Koffer besteht aus:

- Einer Basisebene bestehend aus einem großen Fach mit Unterteilungen, einer Schublade mit Verschluss (unter dem Fach) und einem Griff,
- mehreren austauschbaren Ebenen, von denen maximal zwei flache („StoffFab-“ und „SchmuckFab-Ebene“) oder eine hohe („SmartFab-Ebene“) gleichzeitig aufgesteckt werden können,
- einem Deckel mit Verschluss.

Im vorliegenden Dokument wird lediglich der Bau eines EduFab-Koffers beschrieben. Informationen zum Inhalt des Koffers sowie Anleitungen für die Arbeit in Workshops befinden sich im EduFab-Blog unter www.dimeb.de/edufab/material.

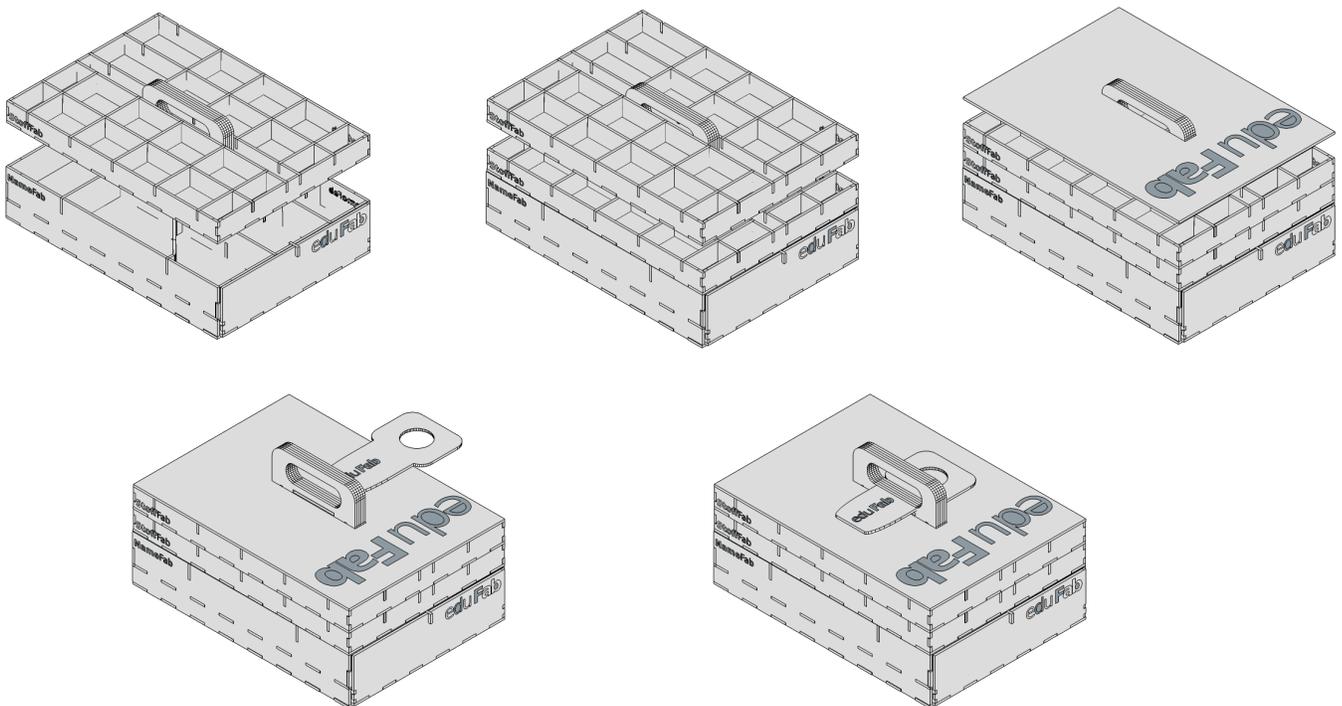


Abbildung 1: Die Struktur des EduFab-Koffers

3. Vorbereitung

Für die Grundausführung des Koffers (Basisebene plus 3 weitere Ebenen) werden die folgenden Materialien benötigt:

- 9 MDF-Platten¹: 600mm x 300mm x 3mm,
- Holzleim,
- eine Rolle Kreppklebeband (Malerkrepp),
- Zwingen oder ein Schraubstock (Bücher oder andere Gewichte funktionieren ggf. auch),
- ein (Microfaser-)Handtuch,
- ein Computer mit den Programmen Inkscape, VisiCut und ggf. einem CAD-Programm sowie
- eine Unterlage zum Kleben.

Die Materialien sollten auf einer ausreichend großen Arbeitsfläche platziert werden, auf der zusätzlich die zusammengebauten Teile gelagert werden können während der Leim trocknet. Der Computer sollte sich möglichst in der Nähe des Laser-Cutters befinden bzw. ein Laptop sein, um lange Wege zu sparen.

4. Arbeit am Rechner

Zum Bearbeiten der Schnittdateien wird das kostenfreie, Open Source Vektorgrafikprogramm Inkscape benutzt. Nach der Vorbereitung der Schnittdatei wird diese an die Steuerungssoftware des Laser-Cutters übergeben. Die meisten Laser-Cutter kommen mit einer entsprechenden Software, die vom Hersteller des Geräts zur Verfügung gestellt wird. Oft sind diese jedoch komplex und wenig benutzungsfreundlich. Aus diesem Grund wird hier VisiCut² verwendet. Dabei handelt es sich um eine benutzungsfreundliche Variante, die außerdem dazu in der Lage ist Geräte von verschiedenen Herstellern anzusteuern.

4.1. Bearbeitung der Schnittdatei mit Inkscape

Zuerst wird die Schnittdatei *edufab_koffer_schnitt.svg* mit der Software Inkscape³ geöffnet (siehe Abbildung 2).

Für die Individualisierung des Koffers können die Beschriftungen mit dem Textobjekt-Werkzeug (F8) bearbeitet werden (siehe Abbildung 3). Wahlweise können an dieser Stelle auch Logos oder andere Bilder eingefügt werden. Es ist außerdem möglich die Form des Koffers mit Inkscape zu bearbeiten. Dazu sind aber tieferegehende Inkscape-Kenntnisse und ggf. Testläufe nötig. Dieser Schritt wird also eher erfahrenen Inkscape-Nutzer*innen empfohlen.

¹ Die Platten müssen nicht zwingend aus MDF sein. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Platten genau 3mm stark sind, da das Schnittmuster für eine Materialstärke von 3mm entworfen wurde.

² <https://hci.rwth-aachen.de/visicut>, letzter Zugriff am 27.10.2016

³ <https://inkscape.org/de/>, letzter Zugriff am 27.10.2016

Nachdem die Zeichnungen den eigenen Wünschen entsprechend angepasst wurden, können die Daten an die Schnittsoftware VisiCut gesendet werden. Dazu wird mit dem Objektauswahl-Werkzeug (F1) bei gedrückter linker Maustaste ein Rahmen um die gewünschten Objekte gezogen. Anschließend werden die markierten Objekte unter „Erweiterungen → Lasercut Path → Add to VisiCut“ dem Arbeitsbereich von VisiCut hinzugefügt (siehe Abbildung 4).

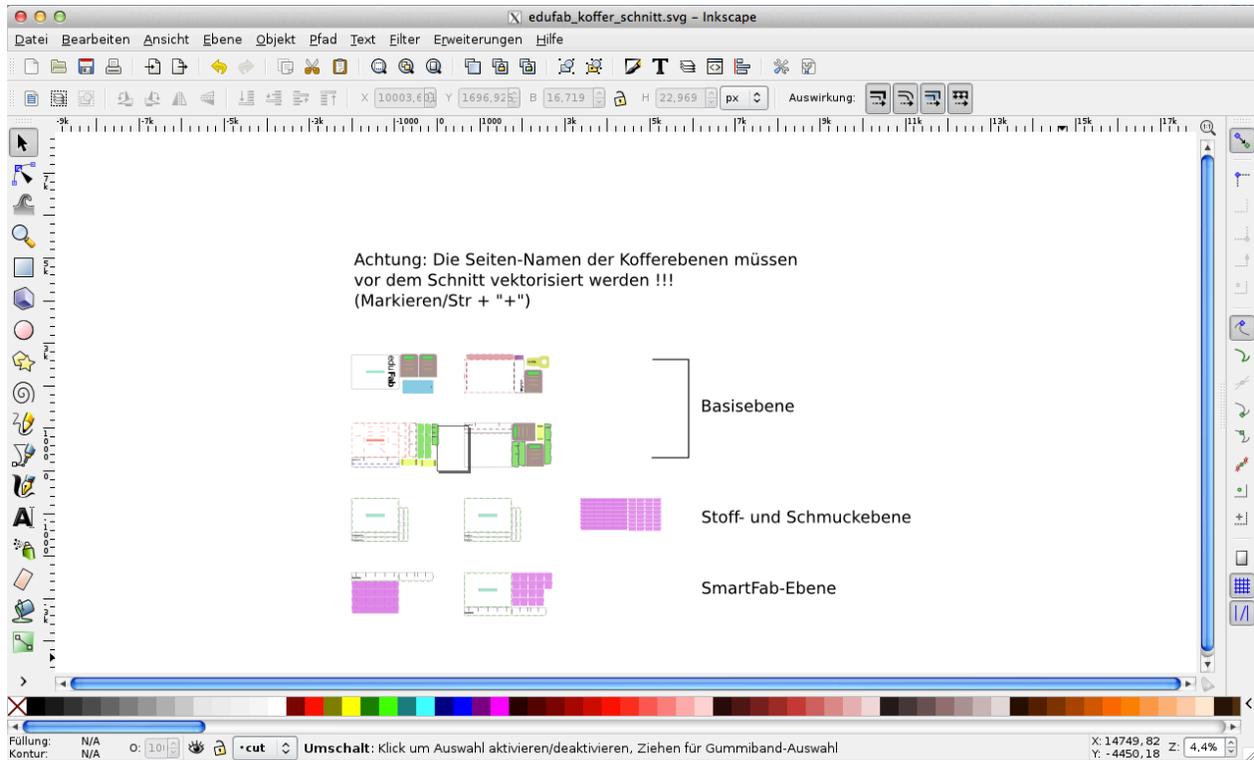


Abbildung 2: Die Schnittdatei in Inkscape

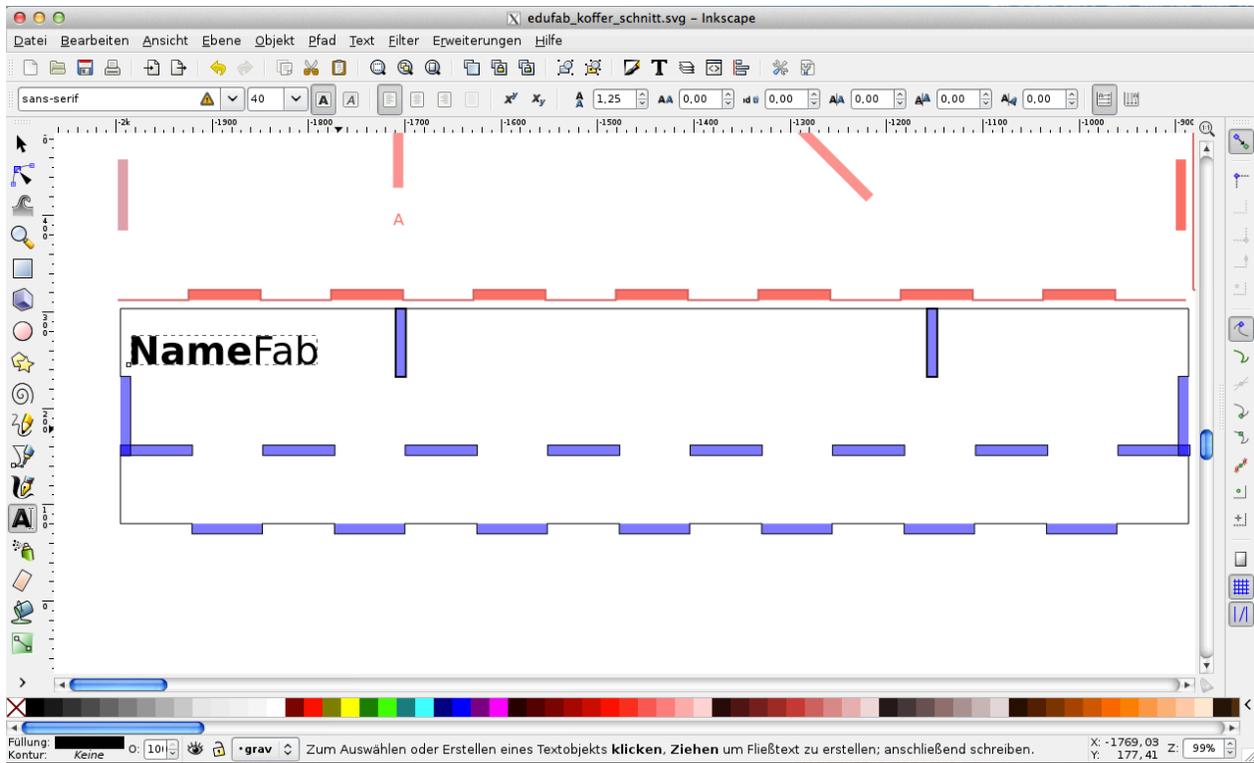


Abbildung 3: Die Anpassung der Beschriftung in Inkscape

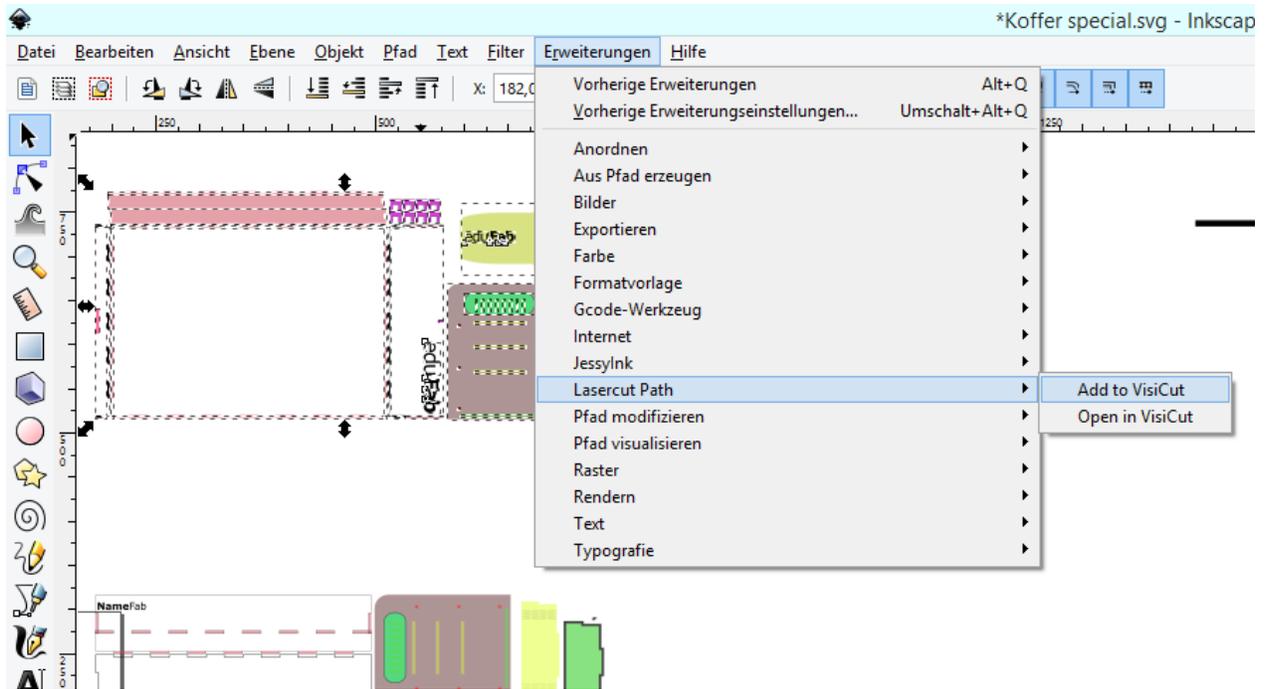


Abbildung 4: Die Übermittlung der markierten Objekte an die Software VisiCut

4.2. Einstellungen in VisiCut

In VisiCut sind die folgenden Einstellungen vorzunehmen: die Zuweisung von Bearbeitungsarten, die Positionierung der Zeichnung, die Verfahrensgeschwindigkeit sowie die Stärke des Laserstrahls.

Die Zuweisung der Bearbeitungsarten (gravieren oder schneiden) erfolgt über „Mapping → Nach einzelner Eigenschaft... → Unterscheide nach: Gruppe/Layer“ (siehe Abbildung 5). Da in der Schnittdatei bereits Ebenen (Layer) angelegt wurden, lassen sich Bereiche, die graviert werden sollen gut von denen unterscheiden, die ausgeschnitten werden sollen. Um die Ebenen zu aktivieren, muss ein Haken vor „cut“ und „grav“ (unter Gruppe/Layer) gesetzt werden. Außerdem wird hier das Profil „cut“ der Ebene „cut“ zugewiesen, der Ebene „grav“ wird das Profil „engrave 3D“ zugewiesen.

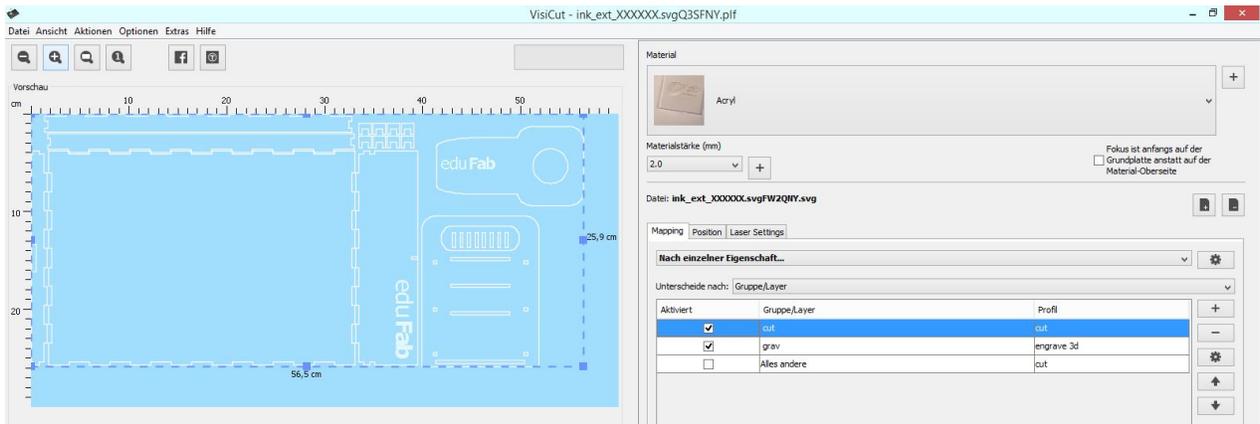


Abbildung 5: Die Zuweisung der Bearbeitungsarten

Für die Positionierung der Zeichnung wird der Reiter „Position“ ausgewählt (siehe Abbildung 6). Die Werte „x“ und „y“ definieren den Abstand zwischen den Rändern der Arbeitsfläche des Laser-Cutters und den äußeren Kanten der Zeichnung. Dieser Abstand verhindert, dass es zu Ungenauigkeiten in den Randbereichen des verwendeten Plattenmaterials kommt. Die in hier eingetragenen 2mm dienen als Beispielwert und können je nach Beschaffenheit der Platte variieren.

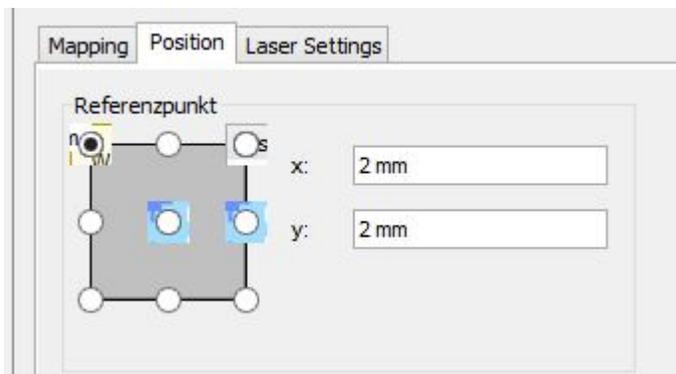


Abbildung 6: Die Positionierung der Zeichnung

Im Reiter „Laser Settings“ werden die Verfahrensgeschwindigkeit („speed“) und die Stärke des Laserstrahls („power“) eingestellt (siehe Abbildung 7). Die Einstellungen für Geschwindigkeit und Stärke hängen vom verwendeten Laser-Cutter sowie vom Plattenmaterial ab. Um diese herauszufinden, kann das Personal bzw. Mitglieder des FabLabs, Hacker- oder Makerspaces gefragt werden. Außerdem ist es hilfreich, dem Job einen Namen zuzuweisen, damit dieser später am Laser-Cutter identifiziert werden kann. Dazu wird unter „Job Name Prefix“ eine geeignete Bezeichnung eingetragen. Es sollte bedacht werden, dass bei manchen Geräten nur die ersten Ziffern des Jobs angezeigt werden. Daher ist es sinnvoll, kurze und eindeutige Begriffe zu verwenden.

The screenshot shows a software interface with three tabs: 'Mapping', 'Position', and 'Laser Settings'. The 'Laser Settings' tab is active and contains two main sections for configuring laser operations.

The first section is titled 'Einstellungen für cut (Gruppe/Layer cut):'. It features a table with four columns: 'power', 'speed', 'focus', and 'frequency'. The values are set to 20, 100, 0, and 5000 respectively. A '+' button is located to the right of the table.

power	speed	focus	frequency
20	100	0	5000

The second section is titled 'Einstellungen für engrave 3d (Gruppe/Layer grav):'. It features a table with three columns: 'power', 'speed', and 'focus'. The values are set to 20, 100, and 0 respectively. A '+' button is located to the right of the table.

power	speed	focus
20	100	0

At the bottom of the interface, there is a 'Geschätzte Zeit:' label, a 'Job Name Prefix:' label with a text input field containing 'Beispiel', and two buttons: 'Berechnen' and 'Ausführen'.

Abbildung 7: Das Einstellen der Verfahrensgeschwindigkeit und der Stärke des Laserstrahls

5. Arbeit am Laser-Cutter

Nachdem die Vorbereitungen am Computer getroffen wurde, können die einzelnen Teile mit dem Laser-Cutter geschnitten werden. Damit der Laser-Cutter korrekt arbeitet, muss er zunächst kalibriert werden. Der Zusammenbau der Einzelteile des Koffers geschieht im Anschluss.

Zur Inbetriebnahme und Kalibrierung des Laser-Cutters sollte unbedingt das örtliche Personal bzw. die Mitglieder der jeweiligen Institution befragt werden. Diese geben in der Regel gerne Auskunft über die Funktionsweise der Geräte. Gegebenenfalls muss ein Einführungskurs belegt werden, um eigenständig mit den Geräten arbeiten zu dürfen. Wenn die richtigen Laser-Einstellungen ermittelt und der Laser-Cutter betriebsbereit ist, kann mit der Fertigung der Teile begonnen werden.

In der Zeichnungsdatei sind die einzelnen Formen so angeordnet, dass eine Gruppe einer MDF-Platte der Größe 300mm x 600mm entspricht. Daraus ergibt sich für die Herstellung des Koffers in der Standardversion ein Bedarf von neun Platten. Es ist empfehlenswert, zunächst nur den Auftrag für die erste Platte zu senden, diesen am Laser-Cutter zu starten und dann damit zu beginnen, die nächsten Aufträge vorzubereiten. Wenn die ersten vier Aufträge abgeschlossen sind, sind alle Bauteile für die Basisebene vorhanden. Es kann mit dem Zusammenbau begonnen werden, während die restlichen Aufträge vom Laser-Cutter bearbeitet werden. Da nach jedem Auftrag die fertigen Teile entnommen und eine neue Platte eingelegt werden muss, kann es hilfreich sein, einen Wecker zu stellen, um Arbeitszeiten optimal zu nutzen. Es ist natürlich auch möglich, alles der Reihe nach zu machen, also erst alle Dateien vorzubereiten, dann alles zu lasern und zum Schluss alles zusammenzubauen. Das dauert etwas länger, verringert aber die Gefahr, Fehler zu machen.

6. Zusammenbau der Einzelteile

Die Beschreibung des Zusammenbaus unterteilt sich in einen Abschnitt für die Basisebene und einen weiteren Abschnitt für die Schublade und die weiteren Ebenen (StoffFab-, SchmuckFab- und SmartFab-Ebene). Die Ebenen StoffFab und SchmuckFab sind bis auf die Beschriftung an der Seite identisch. Die SmartFab-Ebene unterscheidet sich lediglich durch eine veränderte Höhe der Teile von den anderen beiden Ebenen. Die Vorgehensweise beim Zusammenbau ist also übertragbar.

6.1. Die Basisebene

Der Zusammenbau der Basisebene beginnt mit dem Griff. Dieser besteht aus den in Abbildung 8 dargestellten Einzelteilen und sechs der acht „Stäbchen“, die sich aus den ausgeschnittenen Teilen der Griffmulde lösen lassen (siehe Abbildung 9).

Vier der fünf oberen Griffteile werden einseitig mit Holzleim benetzt. Anschließend werden die Teile aufeinandergelegt und die Stäbchen eingesetzt (siehe Abbildung 10 und 11). Sie dienen der genauen Positionierung der Einzelelemente aufeinander.

Im Anschluss werden die Griffteile mit ein bis zwei Schraubzwingen oder einem Schraubstock zusammengedrückt bis der Leim getrocknet ist. Dabei ist ein Stück Pappe, Holz oder sonstiges zwischen den Backen des Schraubstocks und den Griff zu positionieren, um Beschädigungen des Werkstücks zu vermeiden.

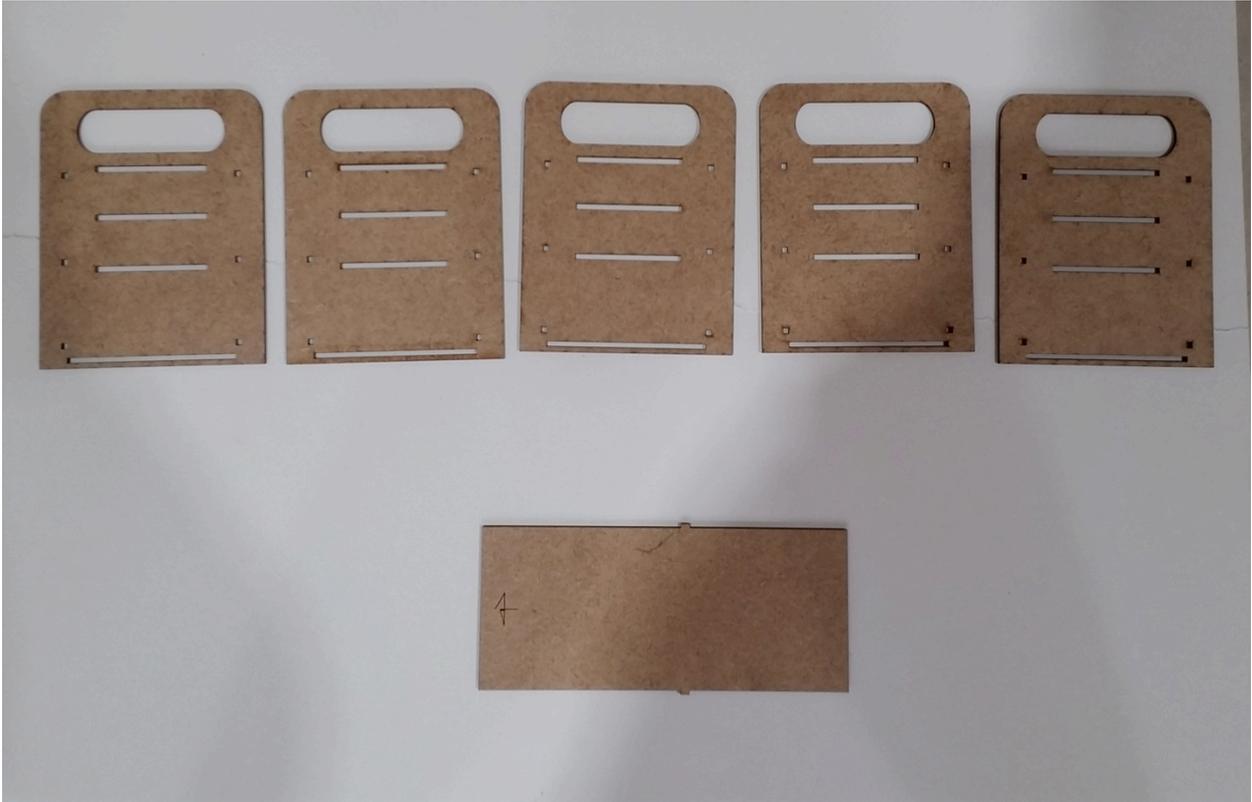


Abbildung 8: Die Einzelteile des Griffs

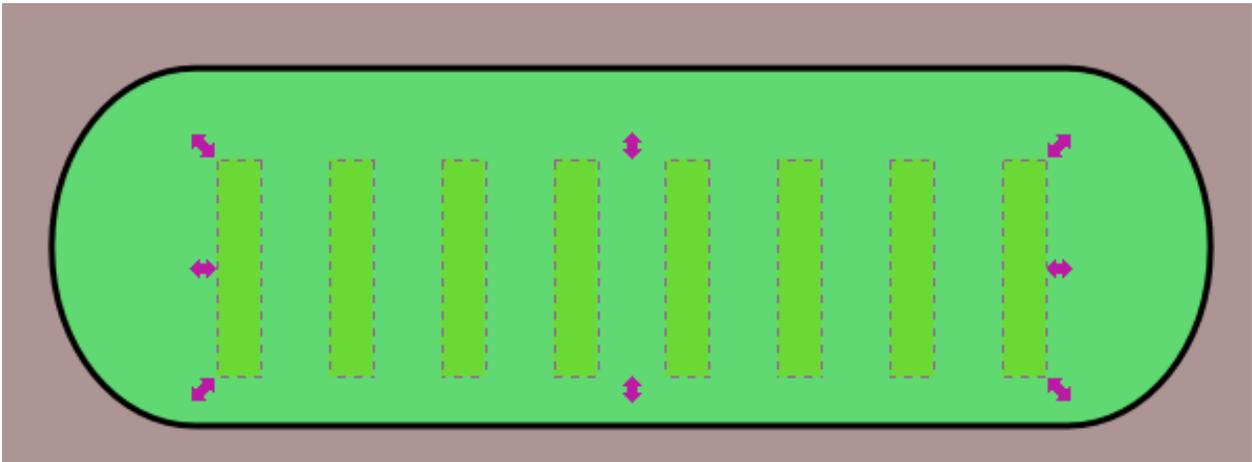


Abbildung 9: Die Stabchen in der Griffmulde

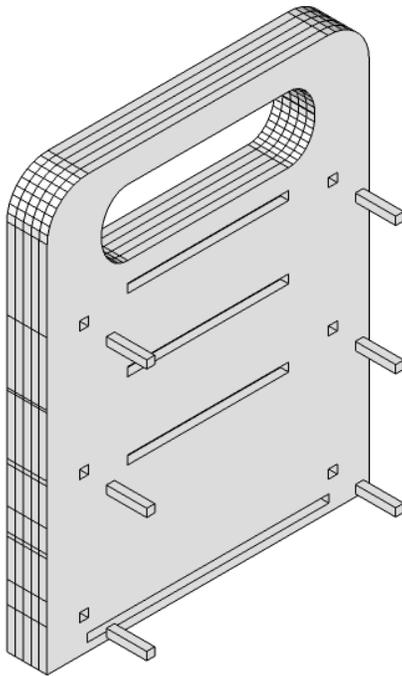


Abbildung 10: Einsetzen der Stäbchen in den Griff



Abbildung 11: Griff mit eingesetzten Stäbchen

In Abbildung 12 ist zu erkennen, dass beim Spannen im Schraubstock noch Leim aus den Fugen heraustritt. Um diesen rückstandslos zu entfernen, bietet es sich an, ein feuchtes Handtuch (am besten Microfaser) zu verwenden. Die Schlitze des Griffs müssen ebenfalls von überflüssigem Leim befreit werden, da diese später zum Verschließen des Koffers benötigt werden. Dazu kann der (spätere) Verschluss durch die Schlitze geschoben und anschließend mit dem feuchten Tuch abgewischt werden (siehe Abbildung 13). Wenn kein Leim mehr auf der Oberfläche des Griffs zu sehen ist, kann dieser im Schraubstock verbleiben bis der Leim getrocknet ist. Sobald der Griff getrocknet ist, kann das übriggebliebene rechteckige Teil (siehe Abbildung 8, unten im Bild) durch den untersten Schlitz des Griffs geschoben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der längere Teil (linke Seite in Abbildung 8) durchgeschoben wird (siehe Abbildung 14).



Abbildung 12: Leim tritt aus dem Griff aus



Abbildung 13: Reinigung der Schlitze

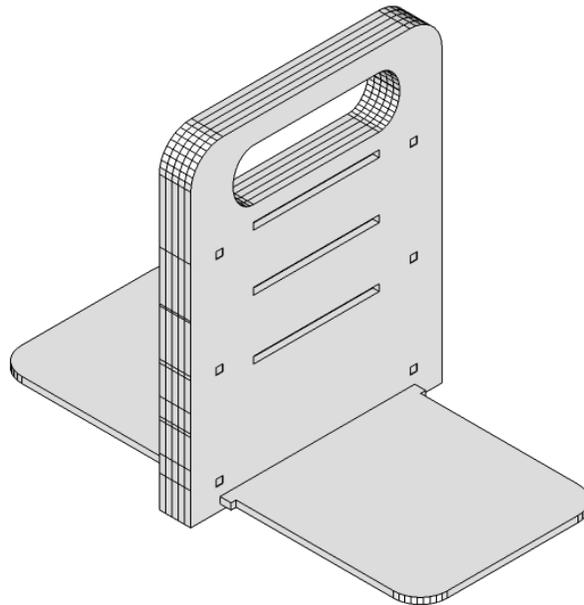


Abbildung 14: Der vollständige Griff des EduFab-Koffers

Während der Leim am Griff trocknet, können die nächsten Teile der Basisebene zusammengesetzt werden. Für das Hauptfach werden die Teile in Abbildung 15 verwendet. Die Seitenteile werden der Reihe nach entlang der mittleren Schlitz mit Leim bestrichen und auf das große Bodenteil aufgesteckt (siehe Abbildung 16 bis 19). Als hilfreich hat sich erwiesen, die Teile so vor sich hinzulegen, wie sie später aneinander gesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zinken mit den Schlitz übereinstimmen und alles ineinander passt⁴. Wenn alle Einzelteile richtig zusammengesetzt wurden, wird das Werkstück mit Malerkrepp fixiert und damit stabilisiert (siehe Abbildung 20). Sitzt alles an der richtigen Stelle, kann der überschüssige Leim mit dem feuchten Handtuch entfernt und das Werkstück zum Trocknen abgelegt werden.

Wenn der Leim am Griff getrocknet ist, kann der Griff durch den breiten Schlitz des Hauptfachs der Basisebene geschoben werden (siehe Abbildung 21). Zwischen der rechteckigen Platte des Griffs und dem Hauptfach sollte ebenfalls etwas Leim aufgetragen werden (siehe Abbildung 22). Anschließend kann die Unterseite des Koffers befestigt werden. Dazu müssen ebenfalls die Ränder mit Leim bestrichen und eingesetzt werden. Anschließend wird das ganze wieder mit Kreppklebeband fixiert.

Im Anschluss kann mit der Unterteilung der Basisebene begonnen werden. Dazu werden die Einsteckteile mit Leim bestrichen und entsprechend der Reihenfolge⁵ montiert (siehe Abbildung 23 bis 28). Am Ende wird wieder der überschüssige Leim entfernt.

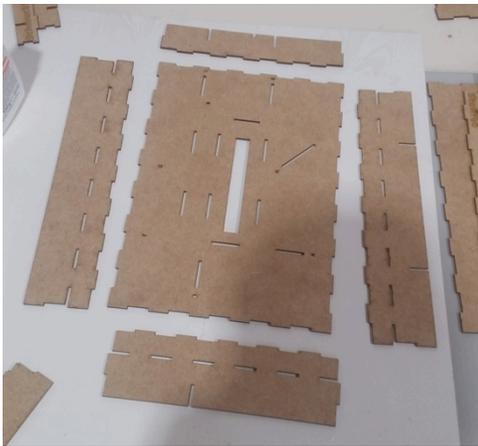


Abbildung 15: Einzelteile des Hauptfachs der Basisebene

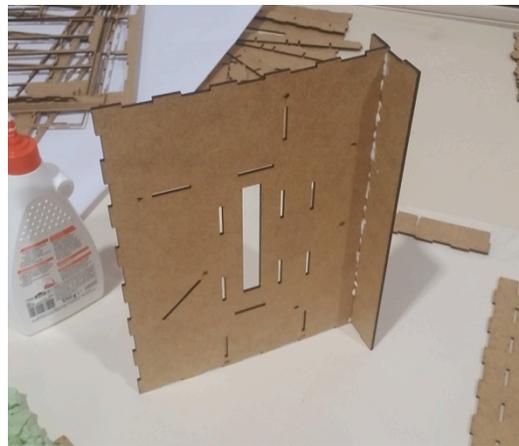


Abbildung 16: Hauptfach (Teil I)

⁴ Entdeckt man einen Fehler, hat man abhängig vom Leim noch bis zu 20 Minuten Zeit, um alles wieder auseinander zu bauen und richtig zusammensetzen. Express-Holzleim ist eher fehlerintolerant und daher ungeeignet.

⁵ Bitte die Reihenfolge einhalten, da die Teile aufeinander aufbauen.



Abbildung 17: Hauptfach (Teil 2)

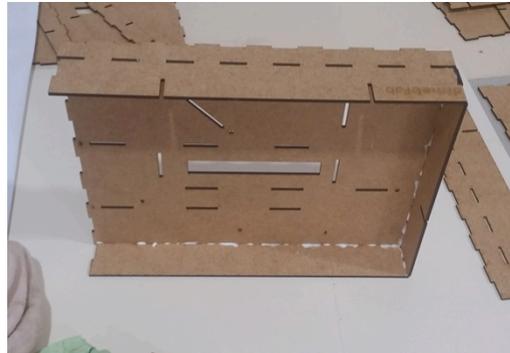


Abbildung 18: Hauptfach (Teil 3)



Abbildung 19: Hauptfach (Teil 4)

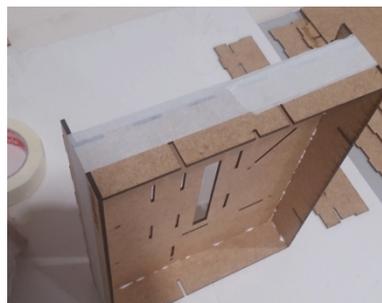


Abbildung 20: Hauptfach mit Malerkrepp fixiert

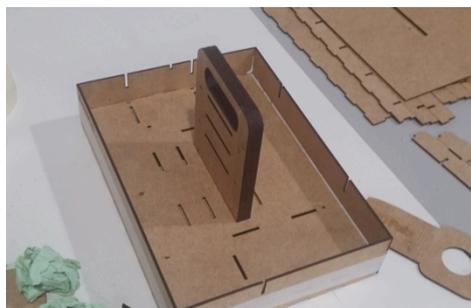


Abbildung 21: Hauptfach der Basisebene mit Griff

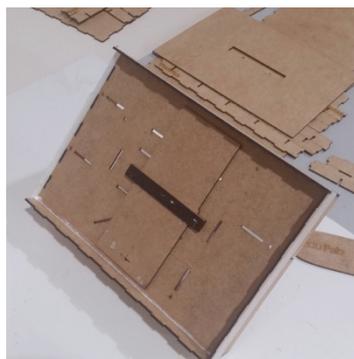


Abbildung 22: Hauptfach der Basisebene mit Griff von unten

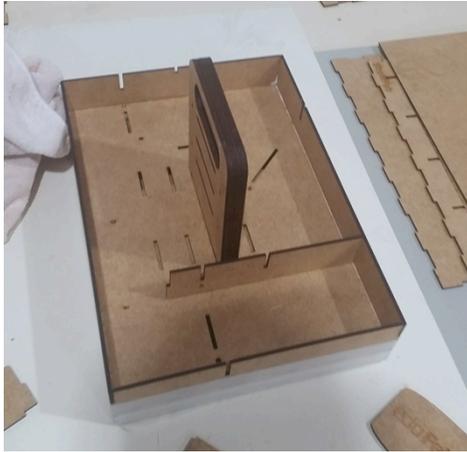


Abbildung 23: Unterteilung der Basisebene (Teil 1)

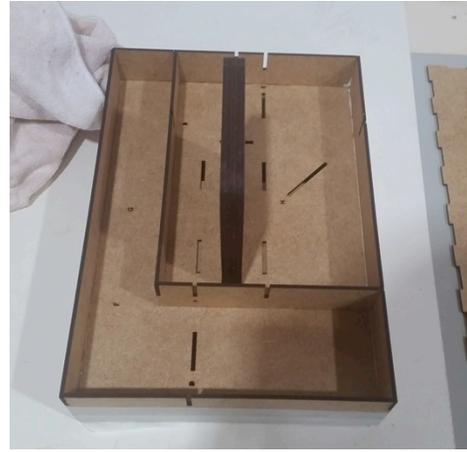


Abbildung 24: Unterteilung der Basisebene (Teil 2)

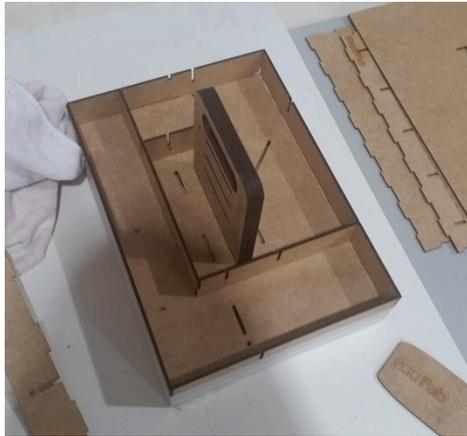


Abbildung 25: Unterteilung der Basisebene (Teil 3)

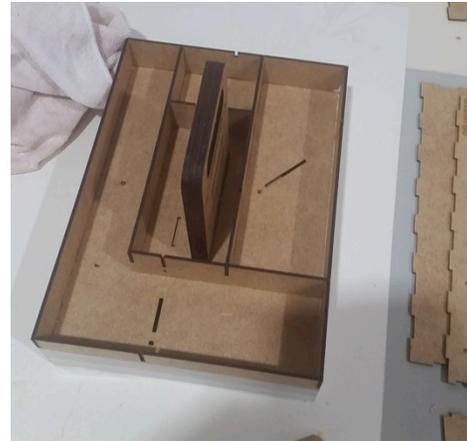


Abbildung 26: Unterteilung der Basisebene (Teil 4)



Abbildung 27: Unterteilung der Basisebene (Teil 5)



Abbildung 28: Unterteilung der Basisebene (Teil 6)

6.2. Die Schublade und die weiteren Ebenen

Der Zusammenbau von Schublade und äußerem Rahmen von Stoff-, Schmuck- und Smart-Ebene ist identisch und wird daher exemplarisch anhand der Schublade beschrieben.

Die Teile werden so wie sie später aneinander gesetzt werden flach auf einen Tisch gelegt (siehe Abbildung 29) und die Kanten mit Leim bestrichen (siehe Abbildung 30). Anschließend werden die Seitenteile aufgestellt und der Korpus wird wieder mit Malerkrepp zum Trocknen fixiert (siehe Abbildung 31).



Abbildung 29: Schublade (Teil 1)



Abbildung 30: Schublade (Teil 2)



Abbildung 31: Schublade (Teil 3)

Hinweis: Sollte die Schublade nicht auf Anrieb in das Schubladenfach passen, kann ein beherzter Schlag auf die Front der Schublade helfen. Manchmal sind noch Leimreste im Innenraum des Koffers übrig, die der Schublade im Weg sind.

Die Unterteilung der weiteren Ebenen ist nicht mit Leim vorhergesehen, damit die Fächer anpassbar bleiben. Zum besseren Halt können jedoch die langen Trennstücke fixiert werden. Hierbei empfiehlt sich, zuerst die inneren langen Trennstücke fest zu kleben (siehe Abbildung 32), da diese sich sonst beim Aufstecken auf den Griff manchmal lösen. Sind die anderen langen Trennstücke oder auch die kurzen Trennstücke fixiert, bleibt weniger Spielraum zum Verändern der Fächer.



Abbildung 32: Ebene mit langen Trennstücken

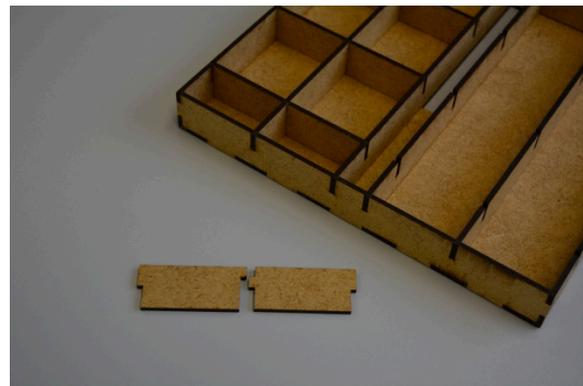


Abbildung 33: Aufbau der kurzen Trennstücke

Die kurzen Trennstücke sind jeweils zu zweit aufeinander abgestimmt und schließen damit das Fach am oberen Rand eben ab (siehe Abbildung 33).

Dann müssen die Ebenen nur noch gestapelt und der Koffer verschlossen werden – fertig!



Abbildung 34: Ein fertiger EduFab-Koffer