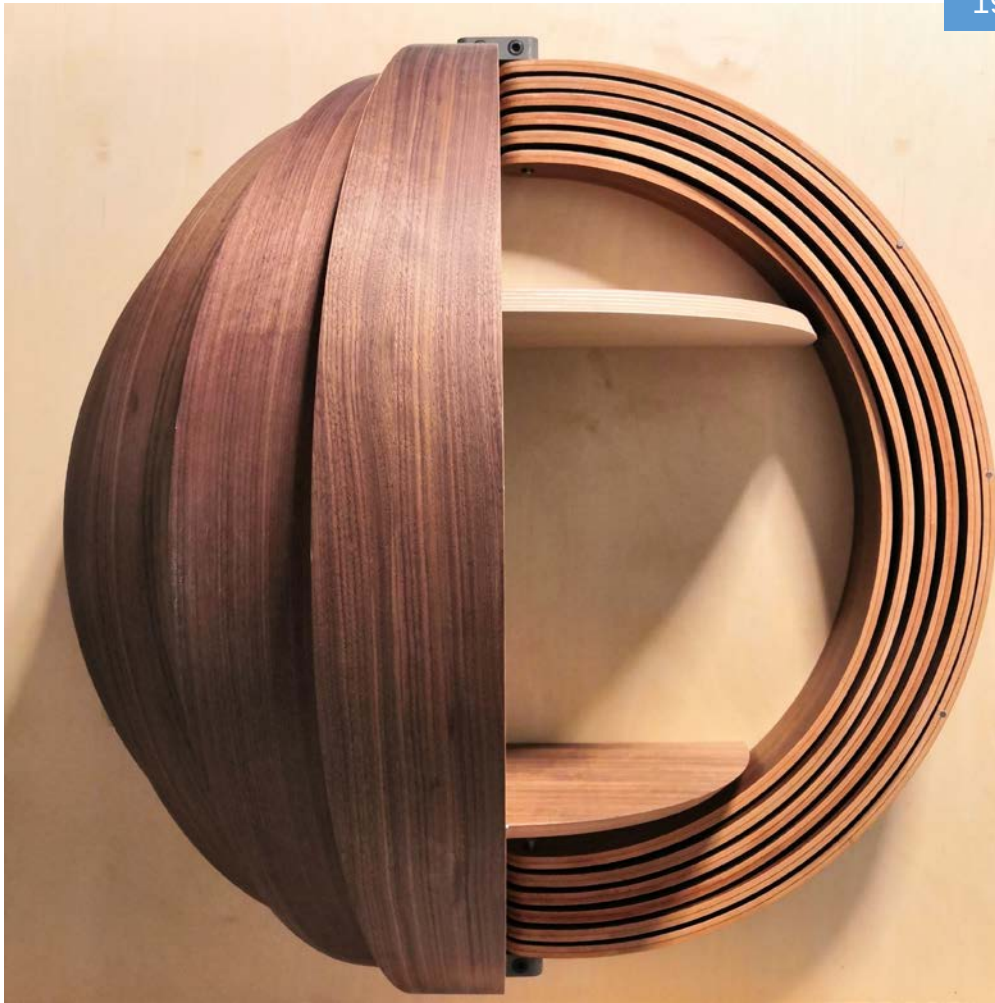




Der Barschrank

EINE INTERPRETATION DES DIME CABINET VON SPLINTER WORKS
MODUL BHV 02 CAD-CAM PRAXISPROJEKT

Dozenten:

Dipl.-Ing. Norbert Linda

Dipl.-Ing. Renke Abels

Björn Riesen 688710

Simon Dillmann 699864

31.01.2020

HAWK Hildesheim

Labor für Bearbeitungstechnik
(LBT)

Inhaltsverzeichnis

Modulbeschreibung.....1

Einleitung2

Aufgabenstellung/Ablauf2

Vorgehensweise2

Ideenfindung und Ausblick.....3

Vorplanung.....4

Datenstruktur4

Fertigung & Herstellung5

Kugellager.....6

Abschluss der Vorplanung6

Reflexion.....6

Konstruktionsprozess in CAD7

CAD Konstruktion der Fertigteile .7

Pressformenzeichnung9

Cam-Planung10

Reflexion.....11

Materialfindung der Fertigteile...12

Probeformbau12

Versuchsreihe13

Versuchsreihe zur
Konturbearbeitung15

Materialfindung für den
Beschlag15

Reflexion.....15

Die Herstellung16

Herstellung des Beschlags der
Aufhängung16

Bearbeitung 16

Montage..... 17

Die Herstellung der Press- und
Bearbeitungsformen 18

Fräsbearbeitung der
Pressformen 19

Leimprozess der Rohteile 19

Fräsarbeiten der
Bearbeitungsform 20

Montage der Bearbeitungsform. 21

Herstellung der Fertigteile..... 21

Reflexion 23

Montage 24

Montage und Konditionierung .. 24

Mechanik..... 25

Laufmechanik der Lamellen..... 25

Der Verschluss 26

Reflexion 26

Oberflächenbehandlung 26

Der Barschrank..... 27

Abschluss und Fazit..... 28

Abgleich des Pflichtenheftes... 28

Fazit 28

Anhang..... 1

Probeversuche 1

Eigenständigkeitserklärung..... 7

Modulbeschreibung

Stand vom 01.07.2015	Modulbeschreibung BHV-02			
Titel des Moduls	CAD-CAM-Praxisprojekt			
Leistungspunkte	6 Leistungspunkte			
Semesterwochenstunden	4 SWS			
Turnus des Angebots	Sommer/Wintersemester			
Lernziele/zu erwerbende Qualifikation („Learning-Outcomes“): - Selbständiges Arbeiten mit CNC-Maschinen mit 5 Bearbeitungsachsen - Selbständiges Arbeiten mit CAD/CAM-Systemen - Selbständige Durchführung von Projekten in Gruppen - Innerhalb der Projektarbeit entwickelt die/der Studierende eigene Team-, Konflikt, Moderations- und Führungsfähigkeiten - Kenntnisse über Aufbau und Funktionsweise unterschiedlicher CAD/CAM-Systeme - Kenntnisse über unterschiedliche Bearbeitungsstrategien - Praktische Anwendung bereits theoretisch erworbener Kenntnisse				
Inhaltsbeschreibung: - Planung, Konstruktion, Herstellung und Montage von Möbel oder Treppen in kleinerem Maßstab - Umsetzung von digitalen 3D-CAD-Entwürfen in 3D Modelle mittels 5-Achs-Technologie - Programmierverfahren mit 5 Bearbeitungsachsen - Frästechnologien mit 5 Bearbeitungsachsen - Mehrseitenbearbeitung - 4/5-Achs-Simultanbearbeitung - Aufbau und Arbeitsweise unterschiedlicher CAD/CAM-Systeme - Datenaustausch zwischen unterschiedlichen CAD/CAM-Systemen - 3D-Digitalisieren - Praktische Anwendung von Werkstoff- und Materialkenntnissen - Berücksichtigung von Arbeitsschutz und Unfallverhütung beim Umgang mit Bearbeitungsmaschinen				
Unterrichtssprache	Deutsch			
Eingangsvoraussetzungen	Kenntnisse aus Modul BH4-6 empfohlen			
Veranstaltungsform	Vorlesung, Laborübung			
Prüfungsleistung	Hausübung, Kolloquium,			
Mindest-Gesamtwertung für Note 4,0	50%			
Erlaubte Unterlagen in der Prüfung				
Modulverantwortlicher Dozent	Prof. Dr. Frank Prekwinkel			
Lehrkapazität	Dipl.-Ing. Abels		4 SWS	
Lehrkapazität	Dipl.-Ing. Linda		4 SWS	
Lehrkapazität				
Arbeitsaufwand für das Modul	Kontaktstudium	60 Std.	Vorlesung Übung mit Betreuung	Std. Std.
	Selbststudium	120 Std.		
	Gesamt	180 Std.		

Einleitung

Aufgabenstellung/Ablauf

Wie bereits in der Modulbeschreibung festgelegt, beinhaltet die Aufgabenstellung des Moduls mindestens ein Bauteil als Holzformteil herzustellen. Die Herstellung des Formteils soll mithilfe von einem CNC gesteuerten 5-achsigen Bearbeitungssystem realisiert werden. Das Programm, mit welchem gearbeitet werden sollte, war für den CAD/CAM-Bereich mit *Alphacam 2019 R1* vorgegeben. Der Bearbeitungszeitraum vom Beginn bis zur Fertigstellung beträgt 15 Wochen. Der Abschluss des Moduls erfolgt durch die Fertigstellung eines Formteils, einer schriftlichen Hausarbeit und einer Präsentation in Form eines Kolloquiums.

In der Einführungsveranstaltung des Moduls *BHV-02 CAD-CAM Praxisprojekte*, abgehalten und begleitet von Dipl.-Ing. Renke Abels und Dipl.-Ing. Norbert Linda, wurden uns die Anforderungen der zu erreichenden Leistungen vorgestellt. Zusätzlich wurden grob der Ablauf, Projekte aus den vorherigen Semestern und Projekte, die von den Dozierenden vorgegeben werden, aufgezeigt. Die Vorstellung dient uns als Orientie-

rung, sowohl über den Ablauf der Arbeit, als auch über die Möglichkeiten, welche wir in der Formteilherstellung haben.

Ebenfalls in der oben genannten Einführungsveranstaltung wurden wir darauf hingewiesen, uns innerhalb der teilnehmenden Studierenden in Gruppen einzuteilen, in welchen das Modul bearbeitet und abgeschlossen werden soll. Wir, Herr Simon Dillmann und Herr Björn Riesen waren uns schnell einig, dass wir dieses Projekt gemeinsam absolvieren möchten und somit war die Gruppenbildung für uns sehr zeitnah beendet. Aus diesem Grund waren wir recht früh in der Lage, uns dem weiteren Vorgehen zu widmen.

Vorgehensweise

Vor dem Schritt der Ideenfindung haben wir ein Pflichtenheft angelegt, welches den Anspruch an unser Objekt aufzeigt. Da unsere Gruppe aus lediglich zwei Mitgliedern besteht, war uns bewusst, dass eine gut durchdachte Arbeitsteilung unabdingbar werden wird. Die Vorgehensweise wurde dokumentiert und im weiteren Verlauf detailliert beschrieben.

Ideenfindung und Ausblick

Wir waren uns von Beginn an im Klaren über die Kernfunktion unseres Produktes: Wir wollten etwas erstellen, was in jede Wohnung integriert werden kann, besonders aussieht und eine Funktion erfüllt. Dementsprechend kam für uns nur ein Produkt in Frage, welches einen langfristigen Nutzen erfüllt.

Auf der Suche nach einem, unseren Ansprüchen entsprechendem Produkt, haben wir uns auf das Internet und verschiedene Social-Media-Kanäle, wie Pinterest, Instagram und Facebook fokussiert.

Bereits nach kurzer Zeit sind wir fündig geworden und unsere Entscheidung fiel auf einen Bar-Schrank der Firma *Splinter Works UK*.

Wir waren direkt begeistert von der ausgefallenen Optik des Möbelstücks. Aus unserer persönlichen Sicht stellt das Möbel eine Aufwertung der Wohnung dar und es war die Kombination aus Optik und Nutzen, welche uns überzeugt hat, dieses Möbel herzustellen. Um ein weiteres strukturelles Arbeiten zu gewährleisten, erstellten wir ein Pflichtenheft, welches uns als Grundlage für die weiteren Arbeitsschritte diente. Pflichtenheft:

- Individueller Nutzen
- Möglichst wenig Zukaufteile
- Nutzbar und alltagstauglich
- Optisch ansprechend
- Ausgefallenes Design

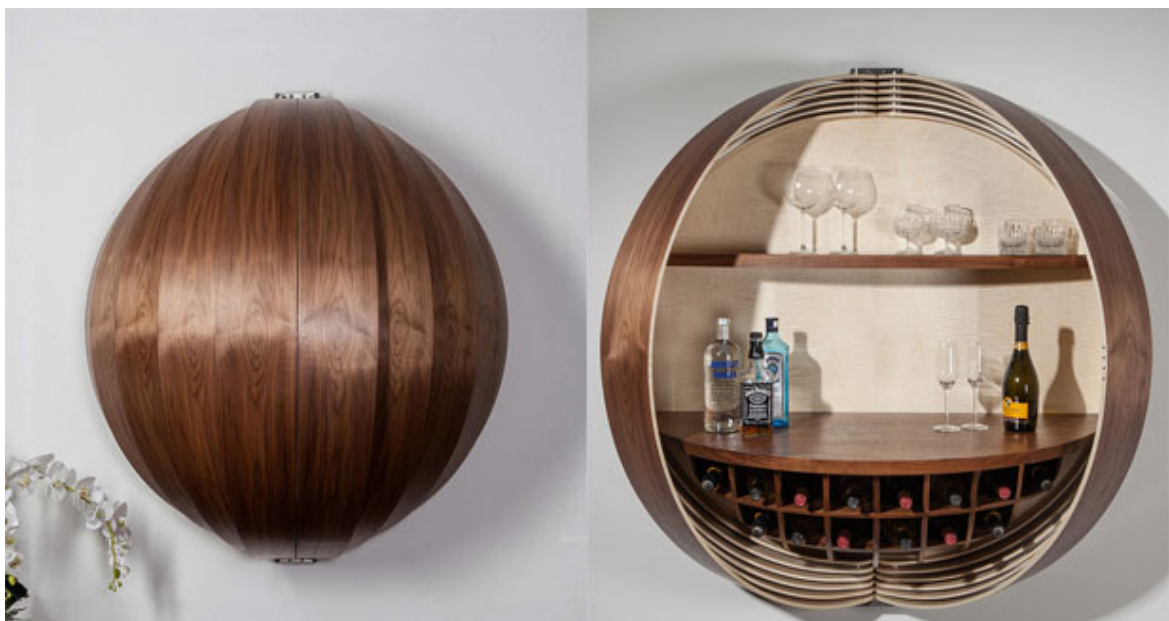


Abbildung 1 Das Original

Quelle : <http://www.tuvie.com/dime-wall-mounted-drinks-cabinet-by-splinter-works/>

Vorplanung

Vor Beginn der eigentlichen Herstellung war uns bewusst, dass wir präzise gesteuerte Abläufe und eine gut durchdachte Aufgabenteilung benötigen, um unser Arbeiten so effizient wie möglich zu gestalten. Wir haben uns dazu entschieden, die Planungsaufgabe gemeinsam zu bestreiten und erst anschließend eine Arbeitsteilung durchzusetzen.

Für die Planungsaufgabe entschieden wir uns für das Zeichenprogramm AutoCad 2019. Die Entscheidung für dieses Programm fiel auf Basis von Erfahrungswerten. Denn uns war dieses Programm am vertrautesten und wir haben uns erhofft, mithilfe von AutoCAD schnell einen Projekt- bzw. Planungsfortschritt erzielen zu können. Zudem arbeiteten wir beide im Verlauf unseres Studiums fast ausschließlich mit AutoCAD. Uns war die Distanz zu dem Programm Cimatron 13 zu weit, um ein erfolgreiches Arbeiten garantieren zu können.

Die Wahl des Programms für die Programmierung und anschließende Erstellung der NC-Codes für das 5-Achsbearbeitungssystem fiel auf Alphacam 2019 R1, was allerdings keine eigenständige Wahl war. Das Programm ist bereits vorher festgelegt worden.

Datenstruktur

Eine geordnete und übersichtliche Datenstruktur ist für erfolgreiches Arbeiten unablässig. Aus diesem Grund haben wir uns ein System überlegt, welches uns das Arbeiten im weiteren Verlauf erleichtern soll. Wir haben für jeden einzelnen Schritt der Erstellung oder Planung einen eigenen Ordner erstellt.

Alle Dateien, die im weiteren Verlauf erstellt wurden, unterlagen einem genauen System.

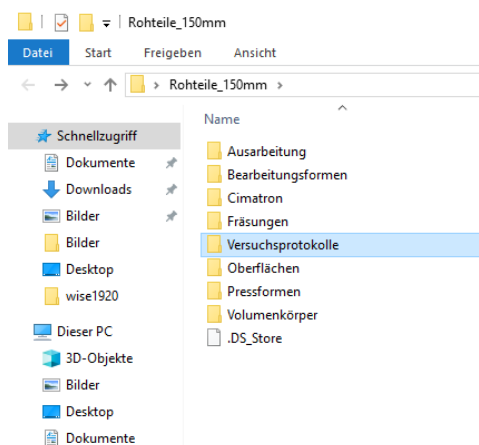
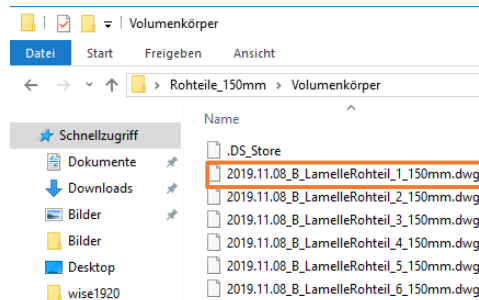


Abbildung 3 Ordnerstruktur



Auf Basis eines Dateischlüssels legten wir eine Datenstruktur an. Der erste Block des Schlüssels ist das Bearbeitungsdatum in der Reihenfolge *Jahr/Monat/Tag*, der zweite

Block ist der erste Buchstabe des Vornamens, des bearbeitenden Gruppenmitgliedes, in unserem Fall somit B oder S. Anschließend folgt die Beschreibung der Datei, in diesem Beispiel die Lamellennummer nach Reihenfolge und die Maße des Teils in der Breite. Um eine optimale Sicherung der Dateien zu gewährleisten, haben wir alle Dateien in der hochschuleigenen Nextcloud gespeichert, welche annähernd täglich aktualisiert wurde. Zusätzlich hatten wir einen USB-Stick in der Gruppe, auf der sich die identischen Dateien befanden.

Fertigung & Herstellung

Relevant für die Vorplanung ist außerdem, wie unsere Formteile gepresst und hergestellt werden. Wir haben uns dazu entschieden, eine Boden- und eine Deckelform zu erstellen, um die Lamellen mithilfe der Presse im LBT (Labor für Bearbeitungstechnik) in ihre Form zu bringen.

Unsere Überlegung war es weiterhin, die Ausführung so nah wie möglich am Original zu halten. Wir entschieden, ebenfalls eine Anzahl von insgesamt 12 Lamellen pro Schrank zu wählen. Unsere Anforderung war,

dass wir den Durchmesser der größten Lamelle mit 750mm festlegen und uns bei den folgenden 5 Lamellen an diesem Wert orientieren. Wir stellten fest, dass es recht aufwändig ist, die Lamellen vor dem Leimprozess in die gewünschte Form zu bringen bzw. zu schneiden, weshalb wir uns für einen anderen Weg entschieden:

Es werden Rohteile mit Aufmaß gepresst und im Anschluss an den Leimvorgang werden diese mithilfe von 5-Achs-Bearbeitung formatiert. Die Rohteile hatten wir im Stadium der Vorplanung mit einer Breite von 134mm und der Stärke 10,4mm geplant. Zusätzlich haben wir uns überlegt, Axialkugellager zu verwenden, welche die entstehenden Kräfte im montierten Zustand aufnehmen sollten. Für die Kugellager soll im Fertigteil eine Taschenfräsung erfolgen, bei der 1,4mm Material stehen gelassen wird, auf der das Kugellager aufliegt.

Was nun noch fehlte, war die Aufhängung der Lamellen und die Befestigung mit der Wand. Orientiert an unserem Pflichtenheft, planten wir den Beschlag und die Aufhängung skizzenhaft selbst.

Kugellager

Das Axialkugellager wird, abgesehen von den Schrauben, das einzige Zukaufteil sein, welches wir für die Herstellung des Schrankes benötigen. Die Kugellager besitzen einen

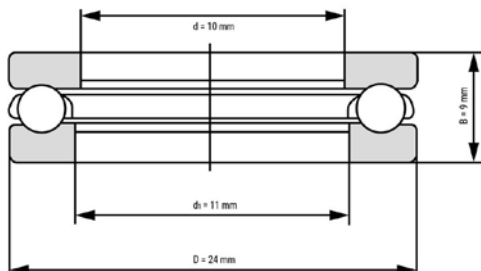


Abbildung 4 Axialkugellager

Quelle: <https://www.kugellager-express.de/axialkugellager-drucklager-51100-10x24x9-mm>

Außendurchmesser von 24mm und einen Innendurchmesser von 10mm. Auf Basis dieser Informationen hatten wir auch für die Aufhängung die ersten Orientierungsmaße, welche für den Konstruktionsprozess im CAD relevant waren. Bei der Losgröße 3 benötigen wir insgesamt 72 Axialkugellager.

Abschluss der Vorplanung

Somit war für uns die Vorplanung abgeschlossen. Also stellten wir unser Konzept den Dozenten Dipl.-Ing. Norbert Linda und Dipl.-Ing. Renke Abels in einem der Korrekturtermine, die dienstags alle 14 Tage stattgefunden haben, vor. Dort taten sich einige

Problemstellen auf, die es nun zu bereinigen galt. Das größte Problem war der erhebliche Materialverbrauch, den wir mit unserem bis dahin angedachten Konzept benötigten. Denn insgesamt waren es bis dahin 6 Deckelformen, 6 Bodenformen und 6 Bearbeitungsformen. Für insgesamt 18 Formen reicht das vorhandene Material an der Hochschule nicht aus und zudem würde es den geldlichen Rahmen übersteigen. Also haben wir den Entschluss gefasst, lediglich die 6 Deckelformen herzustellen und die Bodenpressform und Bodenbearbeitungsform jeweils einmal in der Größten Ausführung herzustellen und diese anschließend auf die jeweils darauffolgende Lamellengröße herunterzufräsen. Wir kamen also auf insgesamt 8 Formen, wodurch wir die Anzahl um mehr als 50% minimiert haben. Diesem Vorschlag wurde stattgegeben und wir konnten nun beginnen, unser Konzept in die Tat umzusetzen.

Im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung befassen wir uns mit dem Entstehungsprozess unseres Konzeptes.

Reflexion

Der zeitliche Aufwand der Vorplanung betrug ca. eine Woche. Die Ideenfindung war nicht so aufwändig,

da bereits im Vorfeld an diesem Projekt Recherchearbeit betrieben wurde. Also stand für unsere Gruppe fest, dass wir uns mit diesem speziellen Möbelstück befassen möchten. Der Aspekt des hohen Materialverbrauchs war uns vorher gar nicht so bewusst. In dem abschließenden Gespräch mit unseren Dozenten hat sich unser Blick geändert, woraufhin wir uns mehr mit den zu verarbeitenden Materialien befasst haben. Außerdem beschlossen wir, im weiteren Verlauf darauf zu achten, dass wir so wenig Material wie nötig verwenden möchten.

Konstruktionsprozess in CAD

Nachdem die Vorplanung abgeschlossen war, begannen wir, die Einzelteile in AutoCad 2019 systematisch zu zeichnen. Im Anschluss wurde die Zeichnung in Alphacam eingefügt und ein für die CNC-Maschine relevanter NC-Code erzeugt. In Kapitel 4 wird der digitale Entstehungsprozess detailliert erläutert.

CAD Konstruktion der Fertigteile

Der Zeichnungsprozess wurde damit begonnen, Volumenkörper der Fertigteile in AutoCad 2019 zu erstellen,

um Gewissheit über die Maße der Pressformen zu erlangen.

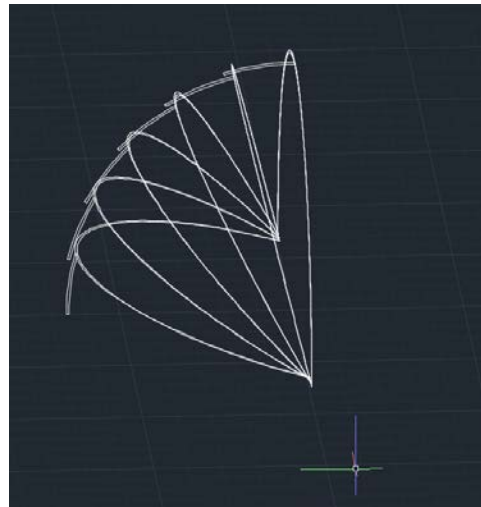


Abbildung 5 1. CAD-Zeichnung

Die größte Schwierigkeit lag darin, die 3D-Verformung zu realisieren. Begonnen haben wir im 2D-Zeichenbereich. Basierend auf Halbkreisen wurde zunächst das Grundgerüst erstellt. Dieses Grundgerüst wurde so ausgerichtet, dass ein Versatz zwischen den Lamellenkonturen entsteht. Ein zusätzlicher Bogen wurde an den Mittelpunkt der Halbkreise gezeichnet. Der zusätzliche Bogen definiert die anschließende 3D-Verformung. Anschließend gelang es uns über den Befehl *Anheben* einen Volumenkörper zu erstellen, der unsere fertige Form darstellte.

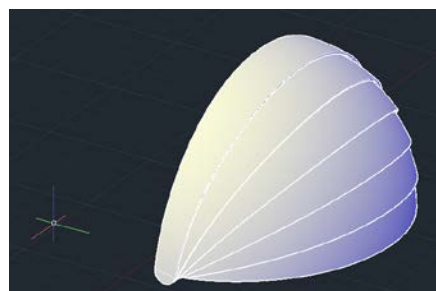


Abbildung 6 2. CAD-Zeichnung

Die identische Abfolge von Befehlen, allerdings spiegelverkehrt gezeichnet, hat die zweite Seite unseres Möbels dargestellt.

Nach Abschluss der Hüllenzeichnung erfolgte die Aufhängung, mit welcher der Schrank in der Endmontage an der Wand befestigt wird. Erstmals abstand nehmend zum Original, haben wir diesen nicht so pompös und auffallend zeichnen wollen. Stattdessen wurde er schmaler und kleiner gezeichnet, um den Fokus nicht vom endgültigen Möbel auf die Aufhängung zu lenken. Es gab einige Entwürfe, allerdings haben wir beschlossen, dem Design des Schrankes treu zu bleiben und auch Rundungen in die Halterung mit aufzunehmen.

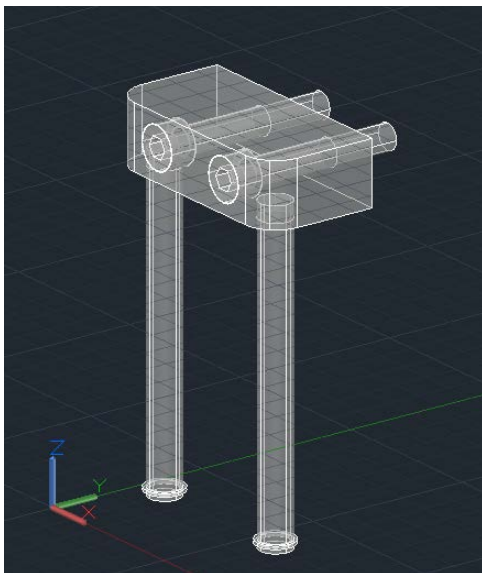


Abbildung 7 CAD-Zeichnung Beschlag

Nun sind alle Einzelteile des Möbels erstellt und es erfolgte der virtuelle Zusammenbau. Dies dient der Überprüfung, ob das Möbel zumindest im

CAD zusammenpasst oder ob noch Änderungen vorgenommen werden müssen.

Nachträglich betrachtet war dies einer der wichtigsten Schritte für den Ausgang des Projektes. Denn wir hatten den Umstand vernachlässigt, dass es durch die Rundungen der Bauteile nicht möglich war, die Lamellen in der obersten und untersten Lamellenschicht bündig schließen zu lassen. Also musste eine weitere Änderung vorgenommen werden. Die Oberste Lamelle wurde orthogonal geschnitten, sodass die Schmalflächen exakt aneinander liegen. Mit diesem Arbeitsschritt war die Fertigteilzeichnung abgeschlossen.



Abbildung 8 CAD-Zeichnung Bar Schrank

Im weiteren Verlauf wurde das erlangte Wissen der Lamellenzeichnung genutzt, um die Rohteile herzustellen. Diese Rohteile sind für die späteren Fräsarbeiten relevant.

Pressformenzeichnung

Es wurde eine unterschiedliche Vorgehensweise für die CAD-Erstellung von Deckel und Bodenform angewendet. Zunächst haben wir die zuvor erstellten Rohteile verwendet, welche noch als Volumenkörper gezeichnet sind. Da wir zur Erstellung der Formen die Volumenkörper nicht benötigten, sondern lediglich die Oberflächen der Volumenkörper, haben wir mit dem Befehl *Ursprung* den Volumenkörper aufgeteilt, sodass die Oberflächen überblieben.

Da wir 6 verschiedene Deckelformen hergestellt haben, erwies sich die Erstellung hier wesentlich einfacher als bei den Bodenformen.

Um weiterhin unseren hohen Materialbedarf zu kompensieren, haben wir uns dazu entscheiden, die Formen nicht als vollen Block zu verleimen, sondern die verschiedenen Schichten mit 40mm Multiplex pyramidenartig aufeinanderzuleimen.

Als Orientierung haben wir die benötigte Oberfläche der Oberseite des Rohteils in den virtuellen Raum gelegt und die zu verleimenden Teile mit Aufmaß gezeichnet. Das identische Vorgehen haben wir für die 5 weiteren Deckelformen ebenfalls angewendet, wodurch sich die Zeichnung der Deckelformen als nicht sonderlich

zeitaufwendig

herausstellte.

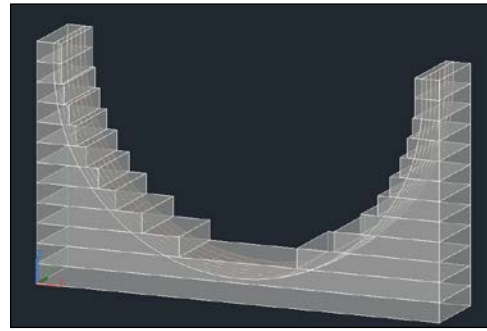


Abbildung 9 CAD-Zeichnung Deckelform

Für die Bodenform war der Planungsaufwand etwas höher. Denn auch für die Bodenformen haben wir versucht, das gleiche Vorgehen anzuwenden, jedoch muss hier deutlich mehr Aufmaß berücksichtigt werden, da die Form im späteren Verlauf bis auf die Größe der letzten Lamelle heruntergefräst wird. Zudem konnten wir, wie zuvor nicht ausschließlich horizontale Stücke leimen. Um die Druckfestigkeit der Bodenform zu verbessern, haben wir zusätzlich vertikale Stützen eingeplant.

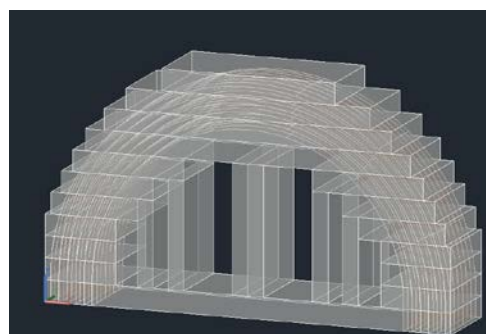


Abbildung 10 CAD-Zeichnung Bodenform

Cam-Planung

Mit Abschluss der Zeichnungserstellung konnten wir uns nun dem Programmieren der 5-Achs-Bearbeitung widmen. Als Programm hat das Modul Alphacam 2019 R1 vorgesehen, welches in der Anfangszeit begleitend zu der Projektarbeit als Vorlesung angeboten wurde. In der Vorlesung erlangten wir das Basiswissen im Umgang mit dem Programm. Es ermöglichte uns im weiteren Projekt-

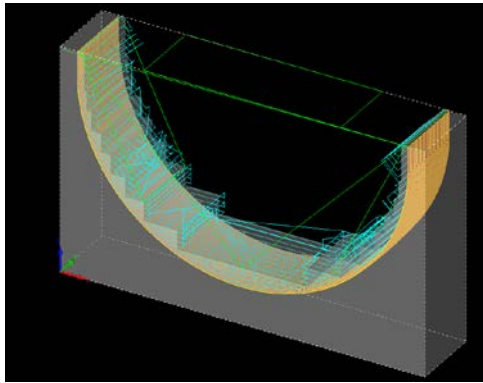


Abbildung 12 Alphacamsimulation

Deckelform

verlauf die Anwendung des Basiswissens auf unseren spezifischen Fall anzuwenden.

Mit der Programmierung für die Bodenform wurde begonnen. Durch die vorher absolvierte Zeichnungsarbeit konnten wir unsere vorher erstellten Volumenkörper aus AutoCad 2019 in Alphacam 2019 R1 importieren. Hierfür verwendeten wir folgende Dateiformate: Für die Rohteile und Pressformen haben wir die Volumenkörper als *Block.dwg* Datei importiert.

Die generierten Oberflächen wurden als *.iges* importiert.

Das Vorgehen gestaltete sich als nicht ganz einfach. Da es vermehrt zu Fehlermeldungen innerhalb des Programms gekommen ist.

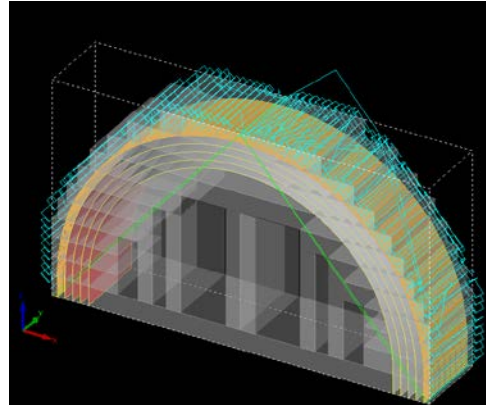


Abbildung 11 Alphacamsimulation

Bodenform

Dies erfolgte allerdings nur in der 5-Achs-Bearbeitung. Nach Anpassung einiger Parameter und Bearbeitungsoperationen haben wir die Fehlermeldungen bereinigen können. In Alphacam 2019 R1 haben wir uns für die Schruppbearbeitungen für eine 3-Achs-Bearbeitungsmethode entschieden. Dafür haben wir die Arbeitsebene im Programm, welches den Orientierungspunkt für die Spindel darstellt, in einem angepassten Winkel an der zu bearbeitenden Fläche in unser Bauteil gesetzt. Somit haben wir die vorherigen Kollisionsprobleme auch beseitigen können. Da der Fräswinkel vorher nicht optimal an das Bauteil angepasst wurde,

sondern lediglich in einer Winkelstellung von 90 Grad arbeitete, kam es zu den Kollisionsproblemen.

In der Schruppbearbeitung haben wir ein Aufmaß von 3mm kalkuliert, um noch genug Material für die anschließende Schlichtbearbeitung verfügbar zu haben. Die Schlichtbearbeitung haben wir in der 5-Achs-Bearbeitungsmethode programmiert, in welcher die Oberfläche als Bezugsfläche für den Fräser genutzt wurde.

Für die Bearbeitung der Deckelform sind wir nach derselben Technik vorgegangen. Es hat auch in der Theorie sehr gut funktioniert, allerdings kam es zu einem späteren Zeitpunkt zu Problemen an der Maschine, womit wir uns allerdings zu diesem Zeitpunkt des Projekts noch nicht befassen haben. Es sollte erstmal um die theoretische Erstellung der Programme gehen und die Programmsimulation zeigte zu diesem Zeitpunkt keine Fehler an.

Wir haben uns sowohl in der Schlicht- als auch in der Schruppbearbeitung für die größtmögliche Fräsfläche entschieden und somit einen 12mm Schruppfräser und einen 16mm Kugelfräser verwendet, um den Verschleiß der Werkzeuge so gering wie möglich zu halten.

Zum Abschluss der CAM-Planung haben wir die Konturbearbeitung programmiert. Hierzu importierten wir den Volumenkörper der Fertiglamelle in Alphacam, welches dort als Solid-Modell angezeigt wurde. Im folgenden Arbeitsschritt ließen wir uns die Kontur des Solid-Modells als Polylinie ausgeben. Die Polylinie diente als Basis für die Konturbearbeitung. Nun konnten wir die Programmierung fortsetzen und die Konturbearbeitung abschließen. In demselben Programm befanden sich auch die Taschenbearbeitungen, in denen später die Axialkugellager eingelegt werden.

Reflexion

Mit diesem Arbeitsschritt haben wir den nächsten und damit ersten praktischen Arbeitsschritt vorbereitet. Zudem haben wir über das Basiswissen hinausgehende Kenntnisse über das Programm Alphacam 2019 R1 erlangt, was es uns im weiteren Verlauf erleichterte, dieses Wissen auf die anderen Oberflächenprogrammierungen zu übertragen.

Die im Kapitel 4 angesprochenen Probleme waren für uns schon eher schwerwiegender Natur und wir hatten unsere Probleme, diese zu lösen. Allerdings war es für uns auch von Bedeutung, diese Probleme selber zu lösen bzw. einen Ansatz zu finden,

wie man es lösen könnte. Es wurde jedoch deutlich, dass es mehr als das zuvor vermittelte Basiswissen in Anspruch nahm. Allerdings bildete die Veranstaltung ein gutes Fundament, um Ansätze und teilweise auch konkrete Lösungen für die Problemstellungen zu finden. Also betrachteten wir unsere bereits erarbeiteten Ansätze etwas genauer, um sie mit geringen Umstellungen und Änderungen zu optimieren. So war es letztlich möglich, eine endgültige Problemlösung zu formulieren bzw. zu realisieren.

Materialfindung der Fertigteile

Da es sich in der Vorplanung bereits schwierig gestaltete, eine Materialauswahl zu treffen, aufgrund mangelnder Erfahrung, wie sich das vorrätige Schäl- und 3D-Furnier in einer 3D-Verformung verhält, haben wir entschieden, Versuchsreihen mit verschiedenen Furnieren durchzuführen. Wir haben in diesem Arbeitsschritt also mit der Fertigung der ersten Pressformen begonnen, was wiederum ermöglichte, verschiedene Probeversuche herstellen zu können. Die Herstellung und die anschließenden Erkenntnisse werden in diesem Kapitel dargestellt.

Probeformbau

Das weitere Vorgehen basiert auf den vorher erfolgten Arbeitsschritten und dem Zeichnungsprozess. Denn wir waren somit in der Lage, die Programmierungen zu nutzen, um die Formen zeitnah herstellen zu können.

Wir begannen mit der Verleimung der Pressformen, bei welchen wir uns, wie schon im Planungsprozess ausgeführt, für 40mm Multiplex und D3-Leim entschieden, was die Abbindezeit auf maximal eine Stunde begrenzte. Die geringe Abbindezeit ermöglichte uns die Pressformen im Anschluss an den Leimprozess zeitnah auf dem CNC Bearbeitungszentrum zu bearbeiten. Wir begannen mit der Herstellung der Bodenform.

In dem Bearbeitungszentrum zeigte sich, dass das zuvor erstellte Programm reibungslos funktionierte und uns die Fräsarbeiten ein zufriedenstellendes Ergebnis lieferten. Es war allerdings nötig, eine zusätzliche Oberflächenbehandlung per Hand durchzuführen, damit es während des Pressvorgangs zu keinen Druckstellen in der Oberfläche der Rohteile kommt.

Im Zuge der Deckelformherstellung kam es während der Fräsbearbeitung zu Komplikationen. Das Aggregat der Bearbeitungsmaschine drehte sich

unerwartet in Richtung des Bauteils. Da wir den NC-Code vorweg ohne Bauteil abgefahren haben, war es möglich, die Bearbeitung abzubrechen, um die Programmierung zur Erstellung des NC-Codes erneut zu prüfen. Bei der Überprüfung wurde die Fehlerquelle zeitnah lokalisiert und konnte verbessert werden. In der erneuten Bearbeitung ist der Umstand nicht mehr erfolgt und das Programm lief reibungslos.

Versuchsreihe

Wie im Anhang dargestellt, haben wir eine Versuchsreihe mit insgesamt 6 Probeversuchen durchgeführt. In den Versuchsprotokollen wurden das Datum festgehalten, welche Materialien verwendet wurden und unter welcher Belastung und Pressdauer das Probe teil hergestellt wurde. Nach der angegebenen Dauer wurde das Teil auf unterschiedliche Anforderungen geprüft und ein Fazit bezüglich der Erkenntnisse gezogen.

Der Vorgang diene der optimalen Materialfindung für unsere Anforderungen.

1. Versuch

In dem 1. Versuch unserer Versuchsreihe beschäftigten wir uns mit den Eigenschaften der verschiedenen Furnierarten. Da wir an unserer

Hochschule Zugang zu einem 3D-Furnier bekamen und dieses aus der Recherche hervorgehend die optimalen Eigenschaften für unsere Anforderungen besitzt, haben wir uns dazu entschieden, 10 Schichten mit dem 3D-Furnier in Buchen-Optik und D3-Leim herzustellen. Das Ergebnis war zufriedenstellend, hat unseren Anforderungen aber noch nicht entsprochen. Die maßgeblichen Probleme waren das hohe Gewicht und die geringe Flexibilität, wodurch wir befürchteten, dass die Belastung an unserer Aufhängung zu hoch wird.

2. Versuch

In dem 2. Versuch haben wir überlegt, die nicht überzeugenden Anforderungen zu überarbeiten oder ggf. Komponenten auszutauschen. Es wurden im Vergleich zum ersten Versuch 8 von 10 Furnierschichten durch 8mm Biegesperrholz ersetzt. Lediglich 2 Furnierschichten des 3D-Furniers in Buchen-Optik wurden als Deckfurnier verwendet, da die Oberflächenqualität in dem ersten Versuch überzeugte. Das Gewicht war nun deutlich reduziert und die Flexibilität wurde gesteigert. Jedoch ließ die Maßhaltigkeit nach. Dies war also auch noch nicht das optimale Ergebnis. Zusätzlich waren wir auch mit der Buchen-Optik noch nicht ganz zufrieden.

3. Versuch

Ebenfalls vorrätig an der Hochschule war das 3D-Furnier in Nussbaum-Optik, welches wir als deutlich ästhetischer empfanden. Wir nutzten dieselben Ausgangsparameter wie beim zweiten Versuch und tauschten lediglich das Deckfurnier. Das Ergebnis wies keine signifikanten Änderungen zum zweiten Versuch auf.

4. Versuch

Der 3. Versuch war schon recht zufriedenstellend. Allerdings fielen die Parameter der geringen Stabilität und der aufgetretenen Maßtoleranzen weiterhin negativ auf. Wir entschieden uns, den vorher verwendeten Weißleim durch Kauritleim zu ersetzen. Das Ergebnis verbesserte die angesprochenen Problemstellen, löste diese aber nicht komplett. Im vierten Versuch haben wir erstmalig Leimdurchschlag verzeichnet, welcher jedoch durch anschließende Oberflächenbehandlung beseitigt werden konnte.

5. Versuch

Da sich der Wechsel auf Kauritleim als positiv darstellte, haben wir beschlossen, bei dem Kauritleim zu bleiben. Immer noch auf der Suche nach der optimalen Lösung, wechselten wir von einer 8mm-starken

Schicht Biegesperrholz auf zwei Schichten Biegesperrholz mit 4mm Stärke. Wir erhofften uns noch mehr Maßhaltigkeit und Festigkeit durch eine zusätzlich geschaffene Leimschicht. Die Eigenschaften änderten sich aber nicht ausschlaggebend. Nach nicht allzu langer Zeit löste sich die Leimschicht zwischen den Biegesperrholzschichten, wodurch wir auch von diesem Versuch nicht überzeugt waren.

6. Versuch

Um nicht nur ein 3D-Furnier zu testen, haben wir in unserem letzten Versuch 8mm-Biegesperrholz als Mittellage verwendet und um das geplante Maß zu erlangen, zwei Schichten Schäl-furnier Ahorn und als Deckfurnier an der Außenseite Kirschbaum und der Innenseite ebenfalls Ahorn. Ohne lange Prüfung war zu erkennen, dass das Furnier viele Bruchstellen aufwies und es somit nicht nötig war, weiterhin mit Schäl-furnier zu arbeiten.

Versuchsreihe zur Konturbearbeitung

Um die optimalen Bearbeitungsoperationen zu finden, haben wir zusätzlich für die Konturbearbeitung eine Versuchsreihe mit den Probeversuchen durchgeführt. Es kam in den ersten Versuchen zu Ausrissen an den Endpunkten, welche durch die Änderung der Fräsrichtung und dem *Vorritzen* mit einem 1,5mm-Fräser vermieden werden konnten.



Materialfindung für den Beschlag

Da wir eine hohe Belastung an den Beschlägen vermuteten, wenn sich das Möbel im montierten Zustand befindet, haben wir uns für den an der Hochschule vorrätigen Werkstoff Obomodulan 1550 entschieden. Obomodulan ist ein Kunststoff, den es in verschiedenen Ausführungen und Varianten gibt. Wir haben uns für die Ausführung Obomodulan 1550 entschieden. Die 1550 steht für die Dichte in Kilogramm pro Kubikmeter,

welche der Werkstoff besitzt. Zusätzlich besitzt der Werkstoff eine Druck- und Biegefestigkeit von 95-100MPa, was für unser Bauteil mehr als ausreichend war. Zusätzlich eignet sich der Werkstoff sehr gut für die Bearbeitung mit Zerspanungswerkzeugen für die Holzbearbeitung.

Reflexion

Nach ca. einer Woche Probeversuchsherstellungen haben wir uns dazu entschieden, mit dem Aufbau des 4. Versuches weiterzuarbeiten. Außerdem haben wir festgestellt, dass wir die Maßkalkulation im Planungsprozess mit 134mm in der Breite für die Press- und Bearbeitungsformen etwas zu knapp angenommen hatten. Also haben wir das Maß in den Zeichnungen auf 150mm erweitert. Wir waren auch sehr zufrieden mit der Optik des 3D-Furniers. Da dieses unseren Anforderungen entsprach und die erwünschte Ästhetik erfüllte.

Zusätzlich sind wir in der Materialfindung für den Beschlag fündig geworden, welches uns sowohl in der Optik, der Funktionalität, als auch der guten Bearbeitbarkeit überzeugte.

Ursprünglich war angedacht, den Beschlag extern fertigen zu lassen. Zusätzlich gab es noch die Überlegung, den Beschlag in den hochschuleigenen Metallwerkstätten in Auftrag zu

geben bzw. diese dort selber herzustellen.

Das Obomodulan 1550 war der optimale Werkstoff für unsere Zwecke. Außerdem blieben wir so näher an dem Pflichtenheft, da wir es mit diesem Werkstoff schaffen, ein eventuelles Zukaufteil selber fertigen zu können.

Mit der endgültigen Materialfindung für alle Fertigteile war der letzte Planungsschritt abgeschlossen und es ist uns gelungen, ein solides Fundament für eine erfolgreiche Herstellung der Fertigteile zu schaffen.

Die Herstellung

Dieses Kapitel gibt einen Einblick in die Vorgehensweise der Herstellung des Beschlags der Aufhängung. Anschließend wird die Herstellung der Pressformen, der Bearbeitungsform, der Rohteile, der anschließenden Bearbeitung der Rohteile bis hin zum Fertigteil behandelt.

Herstellung des Beschlags der Aufhängung

Die Herstellung haben wir mit dem Beschlag für die Aufhängung begonnen. Die Überlegung der Reihenfolge bezieht sich auf die Konditionierung der Fertigteile, denn wir hatten keine

weiteren Materialkapazitäten, um zusätzlich zu Bearbeitungs- und Pressformen auch noch Konditionierformen herzustellen.

Bearbeitung

Das Obomodulan war in einer Stärke von 50mm an der Hochschule vorhanden. Da unsere Beschläge eine Höhe von 20mm aufweisen, haben wir uns dazu entschieden, den Werkstoff erst auf Maß angepasst an unsere Beschläge abzulängen. Im nächsten Arbeitsschritt trennten wir den Werkstoff hochkant auf, um die Materialstärke zu halbieren. Somit waren die Rohteile der Beschläge mit einer Stärke von ca. 23mm erstellt. Dies reichte an Aufmaß für die weitere Bearbeitung.

An der Hochschule war zudem eine Rastervorrichtung vorhanden, mit der wir das Rohteil auf dem Bearbeitungstisch der Bearbeitungsmaschine mithilfe von Vakuum fixieren konnten.



Abbildung 14 1. CNC-Bearbeitung Beschlag
Sobald das Rohteil fixiert war, begann die Bearbeitung. Aus einem der Rohteile haben wir die maximale

Stückzahl von drei Beschlägen fräsen können. Die Fräsreihenfolge war beginnend mit dem Schrappvorgang auf das Fertigmaß. Anschließend wurden die Bohrungen und Taschenbearbeitung durchgeführt.



Abbildung 15 2. CNC-Bearbeitung Beschlag
Abgeschlossen wurde die Bearbeitung mit der Konturbearbeitung.



Abbildung 16 3. CNC-Bearbeitung Beschlag

Montage

Bevor die Montage stattfinden konnte, wurden die 10mm-Stahlbolzen, über die später die Lamellen geführt werden, mit Epoxidkleber eingeklebt. Für die Verwendung als Konditioniervorrichtung wurden die Beschläge an einer provisorischen Rückwand montiert.



Die Montage erfolgte allerdings so wie es auch für die spätere Endmontage angedacht war. Somit war die Montage der Beschläge abgeschlossen und die Herstellung der Fertigteile konnte beginnen.

Die Herstellung der Press- und Bearbeitungsformen

Zu Beginn wurden die in AutoCad gezeichneten Formen als Bemaßungszeichnung geplottet. Dies war für den Abgleich mit den Zuschnitten relevant.

Im ersten Schritt wurden die Zuschnitte mithilfe der Formatkreissäge erstellt.



Abbildung 18 Zuschnitte Leimprozess

Als nächstes haben wir die Formen verleimt. Die Deckelform haben wir mithilfe von Schraubzwingen verleimt. Da die Druckverteilung in der Presse nicht gleichmäßig war, kam es zu Öffnungen in der Leimschicht.

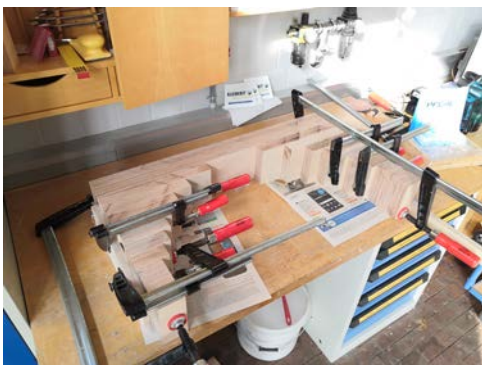


Abbildung 19 Leimprozess Deckelform

Die Bodenform verleimten wir auf der vorher im Maßstab 1:1 geplotteten Bemaßungszeichnung. Dies erleichterte uns die genaue Anordnung der Zuschnitte und diente als Kontrolle, da die Zeichnung zusätzlich eine Andeutung der Oberflächen beinhaltete, welche später die Auflagefläche der Rohteile definierte.



Abbildung 20 1. Leimprozess Bodenform

Die Bodenform verleimten wir allerdings in der hochschuleigenen Presse, da die Druckverteilung im Gegensatz zur Deckelform gleichmäßiger war.



Abbildung 21 2. Leimprozess Bodenform

Der Leimprozess war damit abgeschlossen und es konnten die Fräsbearbeitungen folgen.

Fräsbearbeitung der Pressformen

Unter die zu bearbeitende Form haben wir eine zusätzliche Multiplexplatte in einer Stärke von 29mm mit ausreichendem Aufmaß montiert, um die Fläche der Aufspannung zu vergrößern.



Abbildung 22 Schruppbearbeitung Bodenform

Die Schrupp- und Schlichtbearbeitungen dauerten im Durchschnitt 40min. Zusätzlich wurden in Deckel und Bodenform 6mm-Bohrungen mittig an den Rändern gebohrt, die als Auffädelpunkte der zu pressenden Rohteile dienen.

Dadurch, dass wir alle Deckelformen herstellen mussten, haben wir diese aufeinanderfolgend gefräst. Denn das ermöglichte uns im weiteren Verlauf eine Zeitersparnis zu verzeichnen. In der Zeit, in der die Formen gefräst wurden, hat unsere Aufgabenteilung bestens funktioniert. Einer der Gruppenmitglieder überwachte den Fräsvorgang und das zweite Gruppenmitglied konnte andere Arbeiten

übernehmen, die den Fortschritt beschleunigten.



Abbildung 23 Fertige Pressform 1.

Leimprozess der Rohteile

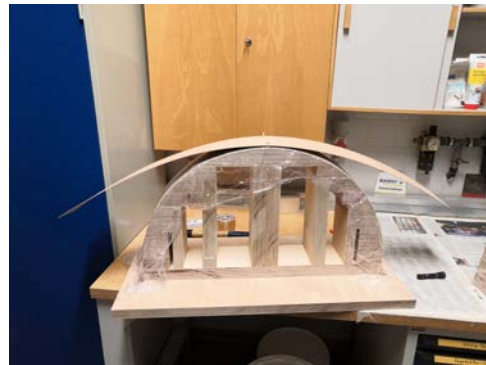


Abbildung 24 Leimprozess der Rohteile

Das Biegesperrholz und das 3D-Furnier wurden vor dem Leimen auf Maß geschnitten. Anschließend wurden die Bohrlöcher der Auffädellung angerissen und per Hand gebohrt.

Im folgenden Schritt kleideten wir die Vorrichtungen mit einer Schicht Frischhaltefolie aus, um das Festleimen des Rohteils an den Vorrichtungen zu verhindern. Anschließend wurde das Rohteil über die Auffädelschrauben der Bodenform aufgefädelt und somit positioniert.

Im folgenden Schritt wurden Deckel- und Bodenform zusammengeführt und die Pressform konnte in die Presse gehoben werden. Anschließend wurde der durch die Presse entstehende Druck auf die Form gebracht. Hierbei handelte es sich um ungefähr 50% des endgültigen Pressdrucks. In diesem Stadium wurden Schraubzwingen im unteren Bereich der Vorrichtung angebracht, um überall für gleichmäßigen Druck zu sorgen. Nach der Montage der Schraubzwingen, wurden die fehlenden 50% des Pressdrucks hinzugegeben, welcher 40 Bar betrug. Das Rohteil brauchte nun 6-8 Stunden um auszuhärten.



Abbildung 25 Pressprozess der Rohteile

Fräsarbeiten der Bearbeitungsform

Sowohl Schrump- als auch Schlichtbearbeitungen, sowie die Bohrungen der Bearbeitungsformen waren identisch gegenüber den Pressformen. Bei der Bearbeitungsform gab es allerdings weitere Bearbeitungen zur späteren Fixierung der Rohteile. Zu

Beginn wurde eine Konturbearbeitung in Form eines Quadrates erstellt, welches nicht durchgehend über die ganze Form ging, sondern lediglich einen Teil der Form bedeckte.

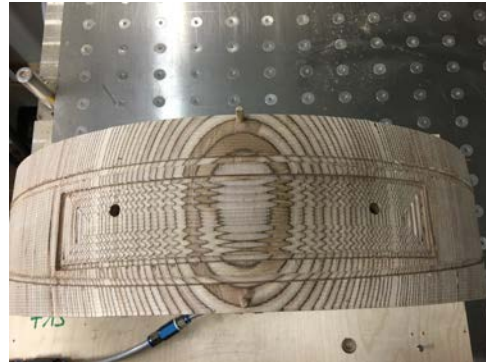


Abbildung 26 Aussparung Moosgummi

Sie dient als Befestigung für das spätere Einlegen des Moosgummis, um ein Vakuum erzeugen zu können. Zusätzlich wurden 2 Löcher, die sich innerhalb des Quadrates befanden, durch die Vorrichtung gebohrt. Durch diese sollten später von unten die Schläuche für die Vakuumspannvorrichtung befestigt werden. Es gab zudem zwei weitere Bohrungen unmittelbar über dem Boden.



Abbildung 27 Bohrung Gewindestange

Die Bohrungen gingen ebenfalls durch das gesamte Bauteil bis zu den vertikalen Streben, die sich im Inneren der Form befinden. Die Bohrungen dienten der späteren Aufspannung und Positionierung des Fertigteils.

Montage der Bearbeitungsform.

Im ersten Schritt wurde das Moosgummi eingelegt, welches die erste Befestigung der Rohteile mithilfe von Vakuum gewährleistet.

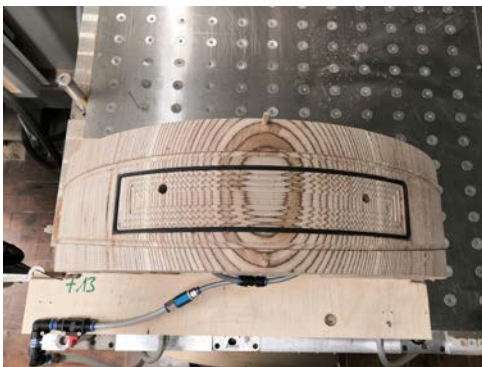


Abbildung 28 Einbau Moosgummi

Anschließend wurden die Vakuumschläuche an die Bearbeitungsform angeschlossen und so an der Vorrichtung fixiert, dass sie während der Maschinenbearbeitung nicht störten. Der Anschluss erfolgte über 5 Schläuche mit einem Durchmesser von 10mm, einem T-Stück und einem Winkelstück, welche die Schläuche zum Ventil führten.



Abbildung 29 Bearbeitungsform Vakuum

Mit diesem letzten Arbeitsschritt ist die Montage der Bearbeitungsform abgeschlossen.

Herstellung der Fertigteile

Für die Herstellung eines Fertigteils benötigten wir 2 Fräsprogramme und die daraus resultierenden NC-Codes. Da sich die Befestigungssituation in der Unterbrechung der beiden Bearbeitungen ändert.

Zunächst wurden die Rohteile auf die Bearbeitungsform gedrückt. Während des Drückens wurde das Vakuum gezogen. Durch die Auffädelpunkte und die dazugehörigen 6mm Holzstifte wurde das Rohteil in Position gehalten. Da wir aufgrund der kleinen Vakuumentasche nur im oberen Bereich ein Vakuum erzeugen konnten, befestigten wir das Rohteil zusätzlich an den unteren Ecken mit kleinen Schrauben. Damit war das Rohteil optimal fixiert für die Taschenbearbeitung, in welche später

die Kugellager eingelegt werden.



Abbildung 31 Taschenbearbeitung

Sobald die Taschenbearbeitung beendet war, wurde das Kugellager in die Tasche eingelegt. Anschließend wurde eine Gewindestange durch Rohteil, Kugellager und Vorrichtung geführt, um das Rohteil an der Form zu fixieren. Mithilfe von Muttern und mit Vlies beklebten Unterscheiben wurde das Rohteil zusätzlich fixiert. Mit der zusätzlichen Fixierung war das Rohteil nun bereit zur Konturbearbeitung.



Abbildung 32 Zusätzliche Fixierung des Roh-
teils

Die zu bearbeitende Kontur wird in der ersten Zustellung mit einem 1,5mm-Fräser vorgeritzt, um Ausrisse im Deckfurnier zu vermeiden. Die weiteren Zustellungen wurden

mit einem 6mm-Schlichtfräser durchgeführt. Es sind insgesamt vier Zustellungen, die der Fräser verfährt. In der ersten Zustellung Fräsen wir 1mm tief, was circa der Furnierdicke entspricht.



Nach Beendigung des Bearbeitungsprogramms ist die Lamelle fertig formatiert und kann nun von der Bearbeitungsform abmontiert werden. Hierzu werden zunächst die entstandenen Verschnitte entfernt.

Das Fertigteil wird im nächsten Schritt konditioniert. Konditionierung und Montage erfolgt an der eingangs erwähnten provisorischen Rückwand.



Abbildung 33 Fertigteil

Reflexion

Die gesamte Herstellung verlief zu großen Teilen so, wie wir es uns in der Vorplanung überlegt hatten. Die ausführliche Datenstruktur mit Volumenkörpern, Oberflächen und den erstellten NC-Codes erleichterte uns die Bearbeitung. Wir waren mit dem Fortgang der Ergebnisse sehr zufrieden und konnten schnelle Fortschritte verzeichnen.

Was lediglich unglücklich lief, war die Belegung der Presse, da in diesem Projekt mehrere Gruppen arbeiteten, waren wir nicht die einzige Gruppe, welche die Presse in Anspruch nahm. So kam es vor allem anfänglich zu Überschneidungen der Pressenbelegung. Im weiteren Verlauf ließen sich Überschneidungen allerdings durch ausführliche Kommunikation und bessere Absprache vermeiden.

Wir waren mit dem Arbeitsfortschritt und dem Ergebnis sehr zufrieden. Die weiteren Arbeitsschritte Konditionierung und Endmontage waren nun gut vorbereitet und konnten durchgeführt werden.

Montage

In diesem Abschnitt erläutern wir die Montage der Fertigteile die im Herstellungsprozess erzeugt wurden. Die Montage diente zusätzlich auch als Konditionierung bis zur endgültigen Oberflächenbehandlung.

Montage und Konditionierung

Sobald die Lamellen von der Bearbeitungsform demontiert wurden, erfolgte die Montage an den Beschlägen.

Die Lamellen werden hierfür in die Vorrichtung gespannt. Im Aufspannungsprozess werden die Lamellen zusammengedrückt, währenddessen befinden sich die Kugellager in der dafür vorgesehenen Tasche. An dem Oberen und unteren Auffädelsbolzen werden vorher Aluminiumringe als Abstandshalter eingesetzt.

Die Lamelle wird nun mit Kugellager über den Stahlbolzen geführt und somit aufgefädelt. Im weiteren Verlauf wurden die nach und nach erstellten Lamellen nach dem selben Prinzip aufgefädelt, sodass die endgültige Form sichtbar wurde. Wenn alle zwölf Lamellen nach diesem System montiert sind, werden sie gleichzeitig konditioniert bis die Oberflächenbehandlung erfolgt.

Mechanik

Da in dem aktuellen Stadium der Montage die Lamellen unabhängig voneinander befestigt sind, haben wir uns einen simplen aber effektiven Mechanismus überlegt, welcher uns ermöglicht die Lamellen aufeinanderfolgend zu öffnen und zu schließen.

Laufmechanik der Lamellen

Da die kleinste Lamelle sich in keinem Fall bewegt, wird diese an der Rückwand mithilfe von Schrauben befestigt. Die weiteren fünf Lamellen einer Seite, werden im geöffneten Zustand des Schrankes durchgebohrt.



Die Ausnahme bildet hier Lamelle fünf, diese wird lediglich zur Hälfte gebohrt. Das hat den Nutzen, dass der spätere Aluminiumstift der dort eingesetzt wird aufliegen kann und

dieser nicht zusätzlich eingeklebt werden muss.

Anschließend werden die Lamellen in den geschlossenen Zustand gebracht. Nun wird erneut das Bohrloch aus der obersten Lamelle als Führung verwendet. Die Bohrungen werden nun identisch zu der vorherigen



Bohrung durchgeführt, sodass sich in den Lamellen 2-5 jeweils 2 Bohrlöcher befinden.

Das Material was sich nun zwischen den beiden Bohrlöchern befindet wird entfernt, sodass eine Tasche entsteht.

Die beiden Bohrungen definieren einerseits die maximalen Öffnungs- als





auch den maximalen Schließwinkel. Mit einer angemessenen Nachbearbeitung durch Schleifpapier und Stemmeisen wurden die letzten Unsauberkeiten ausgemerzt. Im Anschluss an den letzten Feinschliff der Führung konnte der Aluminiumstab mit einem Durchmesser von 6mm eingesetzt werden.

Nach Einsetzen des Aluminiumstabes funktioniert der Mechanismus fehlerlos und es ist eine fließende Öffnung und Schließung des Schrankes möglich.

Der Verschluss

Für den Verschluss werden drei kleine Magneten mit einem Durchmesser von 5mm und einer Stärke von 1mm Millimeter in die Schmalfläche der größten Lamellen eingelassen und verklebt. Wodurch gewährleistet ist, dass der Schrank im geschlossenen Zustand fixiert ist.

Reflexion

Mit dem Verbau des Öffnungsmechanismus geht das Projekt und damit auch die Herstellung des Schrankes in die finale Phase.

Es ist uns gelungen, den Öffnungsmechanismus erfolgreich und funktionierend in das Möbel zu integrieren. Da es leider keine Möglichkeit gab



unsere Überlegung im Voraus zu simulieren, war es umso schöner zu sehen das unser Öffnungsmechanismus funktioniert. Es bleibt jetzt lediglich die Oberflächenbearbeitung zum Abschluss der Herstellung.

Oberflächenbehandlung

Für die Oberflächenbehandlung werden die Lamellen einzeln von Hand geschliffen. Dieses wird mit Schleifpapier in der Körnung 80, 120, 220 durchgeführt. Anschließend werden

die Lamellen entstaubt. Damit sind die Vorbereitungen für das Ölen abgeschlossen. In Sachen Öl wurde ein Transparentes Holzöl verwendet, um die Natürlichkeit der Holzoptik zu erhalten.

Der Barschrank

In diesem Abschnitt wird das Ergebnis dieses Projektes vorgestellt. Der Herstellungsprozess wurde zuvor sehr ausführlich dargestellt, weshalb die Entscheidung darauf fiel eine Bilderreihe mit dem Gesamtergebnis und einigen Details zu verwenden.



Abschluss und Fazit

Abgleich des Pflichtenheftes

Im Anschluss an die Fertigstellung des Bar Schrankes wurde der Abgleich des Pflichtenheftes erstellt.

In der abschließenden Betrachtung ist positiv anzumerken, dass die im Pflichtenheft festgelegten Anforderungen größtenteils eingehalten wurden. Mit dem erstellten Schrank ist sowohl eine individuelle Nutzung gewährleistet als auch eine Alltagstauglichkeit zu verzeichnen. Die Anforderung, in der Herstellung möglichst wenige Zukaufteile zu verwenden bezog sich auf die Materialien, die an der Hochschule nicht vorrätig waren, wurde erfüllt. Ein ausgefallenes Design und eine ansprechende Optik wurde ebenfalls erreicht. Außerdem ist es gelungen, den Materialverbrauch im Laufe des Projektes zu reduzieren, womit auch die letzte Anforderung des Pflichtenheftes erfüllt wurde.

Die Herstellung ist nach dem Anforderungsprofil des Pflichtenheftes größtenteils eingehalten worden und somit ist das Ergebnis als überwiegend positiv zu bewerten.

Fazit

Zurückblickend auf die letzten 15 Wochen ist zu sagen, dass wir mit dem Ausgang und Ergebnis unseres Projektes sehr zufrieden sind. Zusätzlich haben wir einen erweiterten Einblick in die 5-Achs-Bearbeitung gewonnen. Auch der Aspekt der Projektplanung hat uns erneut aufgezeigt, wie wichtig strukturierte Prozesse und Steuerungen innerhalb einer Gruppe sind. Diese Erkenntnisse und der weitere Ausbau unserer Kompetenzen durch dieses Projekt bieten eine gute Grundlage für das anstehende Praxissemester.

Negativpunkte gab es allerdings ebenfalls. Inmitten des Semesters wurde die Projektarbeit, durch eine Verletzung von Herrn Riesen, für fast 3 Wochen pausiert, was sich in der Endphase des Projektes bemerkbar gemacht hat. Weiterhin war die Belegung der Presse sehr unkoordiniert, da zu wenig Kommunikation stattgefunden hat. Der Aufwand für unser Projekt war sehr hoch, bedingt durch 12 Formteile. Dies haben wir im Nachhinein betrachtet etwas unterschätzt.

Wir haben uns, trotz aller Probleme und Schwierigkeiten, durch die Dozenten gut unterstützt gefühlt und hatten bei Fragen eine Anlaufstelle.

Anhang

Probeversuche

Name :	Versuch 1
Datum :	28.10.2019
Material :	10x 3D-Furnier Optik Buche
Leim :	Weißleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	2 Std

	Anforderungen	nein	Ja
	Maßhaltigkeit	X	
	Flexibilität	X	
	Beschädigung der Oberfläche		X
	Leimdurchschlag	X	

Fazit :	- Weist unglaubliche Spannung auf - Zusammendrücken sehr erschwert - Schichten verrutschen trotz auffädelpunkte - Sehr hohes Gewicht
---------	--



Name :	Versuch 2
Datum :	29.10.2019
Material :	1x Biegesperrholz 8mm 2x 3D-Furnier Optik Nussbaum
Leim :	Weißleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	2 Std

	Anforderungen	nein	Ja
	Maßhaltigkeit	X	
	Flexibilität		X
	Beschädigung der Oberfläche		X
	Leimdurchschlag	X	

Fazit :	- Sehr flexibel - Wenig leimdurchschlag - Sehr geringes gewicht - Maßhaltigkeit weist hohe Toleranzen auf - Stabilität nicht ausreichend
---------	--



Name :	Versuch 3
Datum :	30.10.2019
Material :	1x Biegesperrholz 8mm 2x 3D-Furnier Optik Buche
Leim :	Weißleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	2 Std

	Anforderungen	Nein	Ja
	Maßhaltigkeit	X	
	Flexibilität		X
	Beschädigung der Oberfläche		X
	Leimdurchschlag	X	

Fazit :	- Keine signifikanten Unterschiede zu Versuch 2.
---------	--



Name : Datum :	Versuch 4 01.11.2019
Material :	1x Biegesperrholz 8mm 2x 3D-Furnier Optik Nussbaum
Leim :	Kauritleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	6 Std

	Anforderungen	Nein	Ja
	Maßhaltigkeit		X
	Flexibilität		X
	Beschädigung der Oberfläche	X	
	Leimdurchschlag		X

Fazit :	- Hohe Maßhaltigkeit - Flexibilität blieb weiterhin gegeben - Hohe Festigkeit - Erstmals Leimdurchschlag
---------	---



Name :	Versuch 4
Datum :	04.11.2019
Material :	2x Biegesperrholz 4mm 2x 3D-Furnier Optik Nussbaum
Leim :	Kauritleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	6 Std

	Anforderungen	Nein	Ja
	Maßhaltigkeit		X
	Flexibilität	X	
	Beschädigung der Oberfläche	X	
	Leimdurchschlag		X

Fazit :	- Hohe Maßhaltigkeit - Flexibilität verschlechtert im Vergleich zu Versuch 4 - Hohe Festigkeit - Leimdurchschlag
---------	---



Name : Datum :	Versuch 5 01.11.2019
Material :	1x Biegesperrholz 8mm 3x Ahorn Furnier 1x Kirschbaum Furnier
Leim :	Kauritleim
Pressdruck	40 Bar
Dauer	6 Std

	Anforderungen	Nein	Ja
	Maßhaltigkeit	X	
	Flexibilität	X	
	Beschädigung der Oberfläche		X
	Leimdurchschlag		X

Fazit :	- Maßhaltigkeit nicht gegeben - Weist geringe Flexibilität auf - In der Oberfläche sind Riss- und Bruchstellen im Furnier aufgetreten - Geringer Leimdurchschlag - Erhöhtes Gewicht
---------	---



Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere wir, dass wir die Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben sowie wörtliche und sinngemäße Zitate gekennzeichnet haben.

Hildesheim, 31.01.2020

Unterschrift, Björn Riesen

Unterschrift, Simon Dillmann

