



CAD/CAM PRAXISPROJEKT

Dokumentation über die Konstruktion und
Herstellung eines PC-Gehäuses aus Formholzteilen

Dozenten

Dipl. Ing. Norbert Linda
Dipl. Ing. Renke Abels

Studierende

Fabian Bremer
Katharina Klockmann
Tobias Michael

WiSe 2019/20



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Modulbeschreibung	1
Erwartungen/Ziele.....	1
Zeitplan.....	1
Idee.....	2
PC-Gehäuse	2
Anforderungen	2
Entwurf.....	3
CAD-Zeichnung.....	3
Formteile	3
Elektrische Komponenten	4
Formenbau	5
Pressformen	5
Konditionierformen.....	6
Formatierungsformen	6
Einzelteile	7
Zuschnitt.....	7
Verleimen und Pressen	7
Formatierung.....	8
Fertigstellung.....	9
Nachbearbeitung.....	9
Montage	9
Einbau Innenleben	11
Resümee.....	12
Abgleich Anforderungen	12
Einhaltung Zeitplan	12
Fertigungsprozess.....	13
Fazit	13

Abbildungsverzeichnis

Eidesstaatliche Erklärung

Einleitung

Modulbeschreibung

Das CAD-CAM-Praxisprojekt ist ein mögliches Vertiefungsmodul im 5. Semester des Holzingenieurwesen-Studienganges. Bisher erlangtes Wissen u.a. aus der C-Technik und der CAD-Bearbeitung aus vorherigen Modulen werden hier zusammengebracht und erweitert.

Ziel ist es, die 5-Achs-Bearbeitung von CNC-Maschinen kennen zu lernen und mit CAD/CAM-Systemen zu arbeiten. Dazu wird ein beliebiges Objekt mit dreidimensional verformten Formholzteilen ausgesucht oder neu designt, die mit Press-, Konditionier- und Formatierungsformen hergestellt und auf der CNC-Maschine bearbeitet werden.

Erwartungen/Ziele

Unsere Erwartungen an dieses Projekt sind hoch. In vorherigen Semestern konnten wir schon Erfahrungen mit CNC-Maschinen und in der CAD-Gestaltung sammeln und freuen uns darauf, sie anzuwenden, zu vertiefen und neue Methoden kennenzulernen. Besonders haben uns die ausgestellten Stücke von den vorherigen Semestern motiviert, sodass auch wir die Qualität dieser beibehalten und die Vielfalt ausarbeiten wollen. Mit diesem Projekt wollen wir außerdem unser selbständiges Arbeiten und die Zusammenarbeit in einer Gruppe fördern. Darüber hinaus wollen wir den Prozess der Herstellung von Holzformteilen kennen lernen und ein selbstentworfenes und einmaliges Objekt herstellen.

Zeitplan

KW	Ziel
40/41	CAD-Zeichnung fertig
42	Pressvorrichtung bauen (Seiten), 1. Pressversuch
43	Pressvorrichtung bauen (Front, Deckel), 1. Pressversuch; Ergebnis Seiten
44	Formatierungsformen anfertigen (Seiten), 1. Bearbeitung; Ergebnis Front
45	Formatierungsformen anfertigen (Front, Deckel), 1. Bearbeitung
46	Fertigstellen der 2D-Teile
47	Puffer/Montage
48	Montage
49/50	Ausarbeitung, Plakat
51	Puffer
Januar	Puffer

Idee

PC-Gehäuse

Mit der Ausgabe des Themas entstanden schon erste Ideen, was gefertigt werden soll. In der Gruppe wird eine lange Liste mit über 40 verschiedensten Ideen aufgestellt und über die einzelnen Objekte diskutiert. In der ersten engeren Vorauswahl sind ein Fahrradhelm, ein PC-Gehäuse, ein Kontroller, eine Gürtelschnalle und ein Stuhl. Zu diesen Ideen werden Skizzen erstellt und verschiedene Varianten angeschaut, damit sich auf das Endgültige Design geeinigt werden kann.

Schließlich wurde sich für das PC-Gehäuse entschieden. Auf eine einmalige Form wird Wert gelegt und alle elektrischen Komponenten eines Computers sollten hineinpassen, damit es später funktionieren kann.

Anforderungen

Anforderungen	„kann“	„muss“
Maßstab 1:1		x
Funktionsfähig	x	
Platz für Elektrik		x
Optisch ansprechend	x	
Gute Umsetzbarkeit		x
3D- Formteile		x
Eigener Entwurf		x
Hohe Stabilität		x

Entwurf

CAD-Zeichnung

Die typische Kastenform eines PC-Gehäuses findet sich in diesem Entwurf nicht wieder. Allein die groben Abmaße werden beibehalten, damit später alle Bestandteile eines Computers hineinpassen.

Erste Entwürfe zeigen wellenförmige Seiten und sonst gerade Teile. Nach Rücksprache mit den Dozenten werden mehr dreidimensional verformte Teile eingebaut. Schließlich wird ein Design ausgewählt und daran weitergearbeitet (3. v. l.).

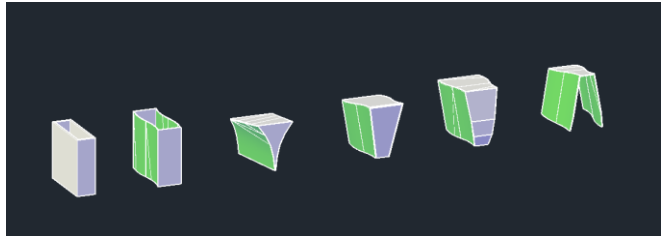


Abbildung 1: Erste Entwürfe

Das PC-Gehäuse besteht aus zwei nach innen gebogenen Seiten und einem durchgehend wirkenden Bogen aus Front und Deckel. Dieser wird getrennt, da so die Fertigung einfacher ist. Das Gehäuse hat einen trapezförmigen Boden und wird nach oben breiter. Insgesamt wird das PC-Gehäuse von vorne nach hinten breiter und von Oben nach Unten schmaler.

In die Front werden ein Lüfter, der Startknopf und USB-Schnittstellen eingebaut. Die gerade Rückwand lässt sich ähnlich wie eine Schublade inklusive dem daran befestigten Innenleben herausziehen und bietet so die Möglichkeit an die elektrischen Komponenten zu gelangen.

Formteile

Das PC-Gehäuse besteht aus sechs einzelnen Teilen. Davon sind der Boden und die Rückseite gerade Flächen und nicht dreidimensional verformt. Die Seiten, die Front und der Deckel geben dem Gehäuse seine einzigartige Form und sind gebogen.

Da alle vier Formteile nur in eine Richtung gekrümmt sind und keine sehr starke Krümmung beinhalten, kann auf 3D-Furnier verzichtet werden.

Die stärkste Krümmung ist im Deckel.

Für den Deckel und die Front wird das gleiche ausgefallene Furnier gewählt und in die gleiche Faserrichtung aufgetragen. Damit soll die spezielle Form noch stärker hervorgehoben werden. Die Seiten und geraden Teile bekommen ein schlichteres Furnier. Sie besitzen nur eine geringe Verformung, die durch die Schiefstellung um ca. 10 Grad deutlich stärker wirkt.

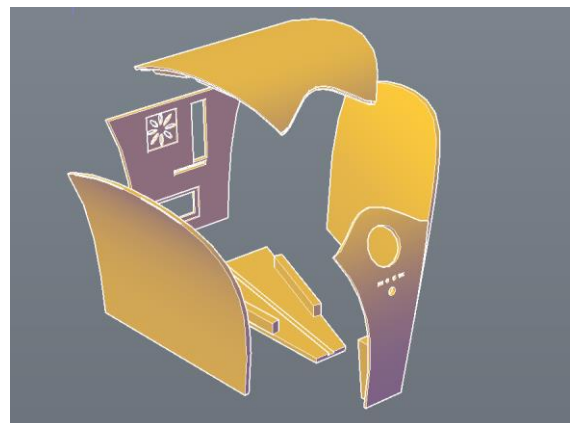


Abbildung 2: Explosionszeichnung fertiger Entwurf

Elektrische Komponenten

Folgende wichtige Bestandteile für einen lauffähigen Computer sind: Mainboard, Prozessor, Arbeitsspeicher, Netzteil und Speicherkarte. Zudem sollten PCI-Steckplätze eingebaut werden, damit Grafikkarten und Soundkarten eingesetzt werden können. Zusätzlich soll dieser Computer mit USB-Schnittstellen ausgestattet werden. Ein CD/DVD-Laufwerk soll es allerdings nicht geben, damit das minimalistische Design behalten wird. In der Front sind zwei USB-Schnittstellen, Audio-Anschlüsse und ein Lüfter eingebaut, der zum einen eine gute Kühlung des Innenraums bietet und zum anderen als Designmerkmal dient.

Alle Komponenten müssen einzeln gekauft und selbst eingebaut werden, damit sie perfekt an die besondere Form angepasst werden können.



Abbildung 3: elektrische Bestandteile eines Computers

Formenbau

Pressformen

Zum Pressen der einzelnen Formteile wird die Vakuumpresse verwendet. Da die Teile recht groß sind, hat dies den Vorteil, dass keine Gegenformen gebaut werden müssen und so Material und Arbeitszeit gespart wird. Die Pressformen sind größer als die Einzelteile später werden sollen, damit Dübel zum Positionieren der Furniere eingebaut werden können, um eventuelles verrutschen der Furniere



Abbildung 4: Pressform Deckel

aufzufangen und eine saubere Außenformatierung zu ermöglichen. Die Dübel dienen zudem zur exakten Positionierung der Teile auf der Formatierungsform und werden möglichst am höchsten Punkt der Pressform angebracht.

Insgesamt werden drei Pressformen gebaut, Deckel, Front und Seite. Da die beiden Seitenteile gleich aufgebaut sind und nur unterschiedlich bearbeitet werden müssen,

wird nur eine Pressform für beide benötigt. Die weiteren Teile des PC-Gehäuses, der Boden und die Rückseite, sind nicht dreidimensional verformt und können ohne besondere Pressform direkt in der Presse angefertigt werden.

Die Pressformen sind massiv aus Sperrholz angefertigt, damit gleichmäßig Druck ausgeübt werden kann und sie dem Druck in der Presse standhalten. Sie werden aus kleineren Platten aufgebaut, damit möglichst wenig Verschnitt auftritt.



Abbildung 5: Formatierung Pressform Deckel

Konditionierformen

Für die Konditionierung der Formteile werden keine speziellen Vorrichtungen angefertigt. Die Verformungen sind gering und nur in eine Richtung. Die Formteile werden nach dem Pressen aus dem Vakuumsack genommen und auf der Pressform gelassen. Die Ecken des Formteils werden mit Klebeband an der Pressform fixiert und so können Formveränderungen während des weiteren Aushärtens des Leimes vermindert werden.

Formatierungsformen

Die Formatierungsformen werden benötigt um die dreidimensional verformten Teile auf der CNC-Maschine bearbeiten zu können. Auch diese Formen sind massiv aus Sperrholz angefertigt. Anders als bei den Pressformen müssen diesmal vier Formatierungsformen gebaut werden, da die beiden Seitenteile unterschiedlich bearbeitet werden sollen. Die Formatierungsformen von dem Deckel und



Abbildung 6: Formatierungsform Front

der Front sind die Gegenstücke der Pressformen, da diese beiden Teile von der Innenseite bearbeitet werden müssen. Der Boden und die Rückseite brauchen keine Formatierungsform, da diese nicht dreidimensional verformt sind und somit einfach von den Saugern der CNC-Maschine gehalten werden können.

Soweit die Bearbeitung der Formteile es zulässt, sind Taschen eingefräst, über die das Formteil mit einem zweiten Vakuumkreis gehalten werden kann. Auch werden hier die Dübellöcher gebohrt, damit die Einzelteile richtig positioniert werden können.

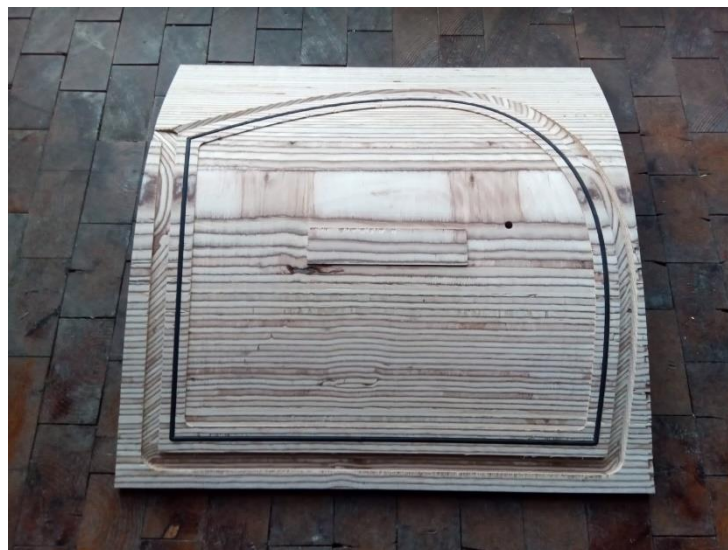


Abbildung 7: Formatierungsform Seite

Einzelteile

Zuschnitt

Für jedes Einzelteil werden sieben Schichten Buchen-Schäl furnier und zwei Deckfurniere benötigt, damit eine Gesamtdicke von ca. 10mm erreicht wird. Die Schichten werden kreuzweise übereinandergelegt und etwas kleiner als die Pressform zugeschnitten. Der Zuschnitt erfolgt mit einem Furniermesser und einer Schneidemaschine. Zum Ausrichten und um Verrutschen vorzubeugen, werden die Dübellöcher der Press- und Formatier-Formen auf das Furnier übertragen. Dabei wird eines der Löcher vergrößert, damit die Schichten glatt aufliegen und sich beim Pressen nicht wellen. Außerdem werden so die Toleranzen in eine Richtung verschoben.



Abbildung 8: Furnierzuschnitt

Aufgrund der einfachen Krümmung muss kein 3D-Furnier verwendet werden.

Verleimen und Pressen

Anfängliche Schwierigkeiten beim Pressen, weil sich die Schichten wellen und verrutschen, konnten schnell behoben werden. Überlappungen werden vermieden und mit Hilfe einer geschlitzten Unterlage im Vakuumsack kann überall Vakuum gezogen werden.

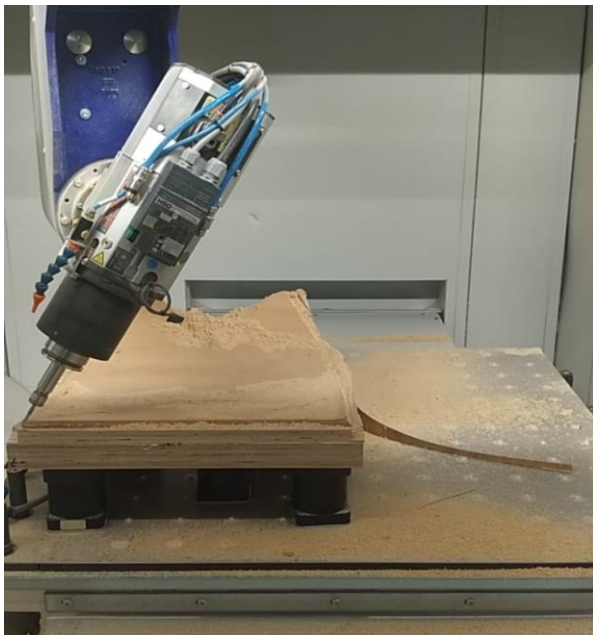
Die geschichteten und beleimten Furniere lassen sich nur noch schwer auf die Pressform legen und ausrichten. Außerdem verrutscht das Deckfurnier an den zusammengefügt Kanten. Diese Probleme lassen sich nicht vollständig beheben, können aber minimiert werden. Am besten funktioniert es, die Schichten einzeln zu beleimen und dann direkt auf die Form zu legen und festzuhalten. Sobald alle Schichten aufgestapelt auf der Pressform liegen, werden sie mit Hilfe von Klebeband etwas fixiert und anschließend in die Vakuumpresse gelegt. Die Deckschichten und eingerissenes Furnier werden an den gefügten und gerissenen Stellen ebenfalls mit Klebeband gehalten, bis der Pressvorgang abgeschlossen ist.

Formatierung

Alle Einzelteile werden über Vakuum auf dem Tisch der CNC-Maschine gehalten, die zweidimensional verformten Teile über eine angefertigte Form mit einem zweiten Vakuumkreis und die geraden Teile über die normalen Sauger.

Die Formatierung der Seitenteile bereitet wenige Schwierigkeiten. Die Teile haben sich beim Trocknen kaum merklich verformt und liegen gut an der Formatierungsform an. Allein die Außenkontur wird bearbeitet und so gibt es eine große Auflagefläche und Ansaugfläche um die Teile zu halten.

Anders sieht es bei der Front und dem Deckel aus.



Besonders das Frontteil hat sich nach dem Pressen und Konditionieren wieder etwas geöffnet und liegt nicht bündig auf. Zudem wird dieses Formteil nicht nur an der Außenkontur bearbeitet, sondern hat auch mehrere Taschen-Fräsungen. Die Ansaugflächen werden so groß wie möglich gewählt und so positioniert, dass das Teil bestmöglich gehalten wird. Durch kleine Werkzeuge und langsames Anfahren kann auch dieses Formteil gut bearbeitet werden.

Abbildung 9: Formatierung Deckel

Der Deckel hat die Schwierigkeit, dass er von oben und unten

bearbeitet werden muss, da die Verbindung zu den Seiten und zu der Front unterschiedlich sind. In AlphaCam kann geschickt positioniert und probiert werden, sodass schließlich nur eine Formatierungsform gebraucht wird und alle Bearbeitungen damit durchgeführt werden können. Auch dieses Formteil hat wie die Seitenteile keine inneren Aussparungen und somit eine große Ansaug- und Auflagefläche.

Bei dem Boden und der Rückseite muss besonders auf die Positionierung der Sauger geachtet werden. Der Boden wird genutet und natürlich in der Außenkontur bearbeitet. Davor werden spätere Verbindungsleisten schon montiert, damit diese gleich mit formatiert werden können. Die Positionierung der Sauger ist durch die oberflächige Bearbeitung einfach ausmessbar. In der Rückwand sind mehrere Aussparungen enthalten, die komplett durch das Material gehen. Aus diesem Grund wird das großzügige Rohmaß dazu genutzt um die Sauger am Rand zu positionieren und erst die Taschen zu fräsen. Danach können die Sauger exakt positioniert werden um die Außenkontur herzustellen.

Fertigstellung

Nachbearbeitung

Die einzelnen Teile müssen kaum nachbearbeitet werden. Die präzise Programmierung und Bearbeitung der CNC-Maschine liefern ein gutes Ergebnis. Es müssen nur kleinere Ausfransungen entfernt und die Kanten gegebenenfalls nachgeschliffen werden. Allein bei der Front muss zum Einsetzen der elektrischen Komponenten etwas nachgearbeitet werden. Aufgrund der vorhandenen Werkzeuge für die CNC-Maschine können bei der innenliegenden Bearbeitung von Rechtecken keine exakten Ecken entstehen. Selbst sehr kleine Werkzeuge können nur „runde Ecken“ fräsen. Damit die elektrischen Komponenten in die Front hineinpassen, müssen die kleinen Bereiche mit einem Stecheisen nachgearbeitet werden.

Montage

Die Einzelteile des PC-Gehäuses werden, ausgenommen die Rückseite, miteinander verschraubt.

Damit die einzelnen Teile einfacher zusammengebaut werden können, wird eine Stützvorrichtung angefertigt. Diese besteht aus einer Platte, in die eine Aussparung für den Grundriss des Gehäuses eingefräst ist und links und rechts jeweils zwei verschiebbare Stützen. So

können der Boden und die Seiten auf ihrem Platz gehalten werden.

Beim Positionieren der einzelnen Teile ist aufgefallen, dass sich mehrere von ihnen erneut verformt haben. Entweder ist die Krümmung nicht mehr so stark wie sie soll

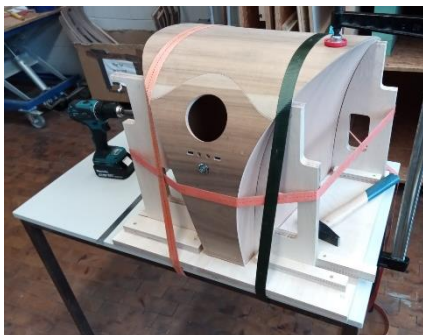


Abbildung 11: erster Zusammenbau



Abbildung 10: Stützvorrichtung

oder die Teile haben sich windschief verformt. Um diese Verformungen in den Griff zu bekommen, werden mehrere Klötze und Leisten eingesetzt, die innenliegend mit den entsprechenden Einzelteilen verschraubt werden. Diese Klötze und Leisten werden auf der CNC-Maschine an die Form des PC-Gehäuses angepasst, damit sie passgenau eingebaut werden können. Außerdem tragen sie ebenfalls zu einer einfacheren Montage bei. Damit bei folgenden Teilen nicht so große Probleme

hinsichtlich der Verformung auftreten, wird für die nächsten Formteile Kauritleim verwendet, dieser bindet schneller ab und verringert dadurch das Arbeiten des Furniers.

Die Rückwand ist über eine zweite kleinere Bodenplatte mit einer Feder verbunden, die in der gefrästen Nut läuft. Für mehr Stabilität wird eine aufrechte Platte an der Rückwand befestigt. Hieran kann das Mainboard festgeschraubt werden. Das System funktioniert ähnlich wie eine Schulblade, durch herausziehen der Rückwand kann an das Innenleben des Computers gelangt werden.

Abschließend wird das PC-Gehäuse mehrmals geölt um eine geschützte und optisch aufgewertete Oberfläche zu erzeugen.



Abbildung 12: Innenansicht



Abbildung 13: Innenansicht mit Stützvorrichtung



Abbildung 14: innere Stützvorrichtung

Einbau Innenleben

Jeder Computer kann nach den eigenen Wünschen bestückt werden. Je nach Bedarf können Grafikarten und Soundkarten oder weitere Festplatten eingebaut werden. Dadurch kann sich die Anordnung der einzelnen Komponenten innerhalb dieses speziellen Gehäuses unterscheiden.

Aufgrund der Vielfältigkeit und Varianten für die Elektrik eines Computers, werden in das Ausstellungsstück der HAWK elektrische Bestandteile unter anderem eines alten Computers eingebaut.

Der Lüfter in der Front wird festgeschraubt. Eine Abdeckung für den Lüfter wird mit einem 3D-Drucker hergestellt. Der 3D-Druck bietet eine fast grenzenlose Formgebung und so die Möglichkeit das Designmerkmal

außergewöhnlich zu gestalten. Gedruckt wird auf zwei Ultimakern 2+ der Hochschule mit dem Material PLA. Der Startknopf kann mit der mitgelieferten Mutter und ggf. zusätzlich mit Kleber in der Front fixiert werden. Die USB- und Audio-Schnittstellen befinden sich auf einer gemeinsamen Platine. Diese wird auf zwei Holstücke geschraubt, die unterhalb der Öffnungen in der Front von innen verleimt sind. Das Netzteil im Inneren liegt auf dem

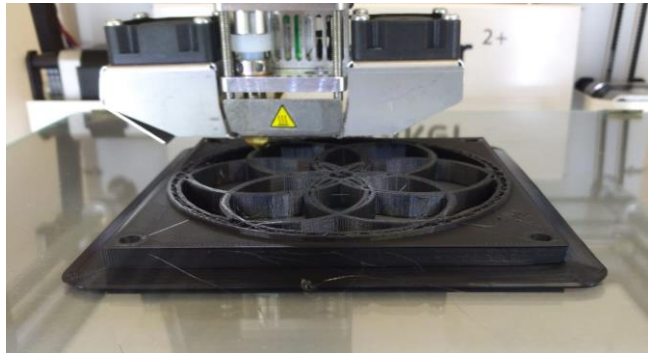


Abbildung 15: 3D-Druck der Abdeckung



Abbildung 16: Fertige Abdeckung

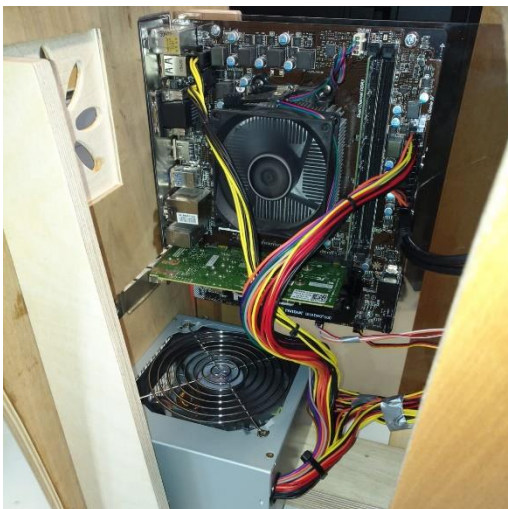


Abbildung17: Innenansicht mit Elektrik

Boden auf und wird gegen verrutschen mit der Rückwand verschraubt. Das Mainboard wird auch innen mit der Stützplatte verschraubt und die Anschlüsse hinten in der Rückwand hereingeklemmt.

Resümee

Abgleich Anforderungen

Trotz auftretender Schwierigkeiten und Problemen ist ein gutes Ergebnis endstanden. Die „muss“-Anforderungen konnten erfüllt werden und auch die „kann“-Anforderungen wurden soweit erfüllt.

Aufgrund der elektrischen Bestandteile eines alten ausrangierten Computers, ist der in der HAWK ausgestellte PC nicht unbedingt funktionsfähig. Aber grundsätzlich ist genug Platz für die erforderliche Grundelektrik vorhanden und er kann nachgerüstet werden. Die PC-Gehäuse für die Eigennutzung sind funktionsfähig.

Anforderung	„kann“	„muss“
Maßstab 1:1		✓
Funktionsfähig	~	
Platz für Elektrik		✓
Optisch ansprechend	✓	
Gute Umsetzbarkeit		✓
3D-Formteile		✓
Eigener Entwurf		✓
Hohe Stabilität		✓

Einhaltung Zeitplan

Der aufgestellte Zeitplan konnte nicht wie geplant eingehalten werden. Aufgrund anderer Verpflichtungen seitens der Fachhochschule oder Privat war es zum Teil schwierig intensiv an diesem Projekt weiter zu arbeiten. Dazu ließ sich durch die Nutzung der Pressen und Maschinen durch die anderen Gruppen die Planung erschweren.

Immer wieder mussten kleine Änderungen am CAD-Modell vorgenommen werden, da manche Dinge erst beim Pressen, Fräsen oder Montieren aufgefallen sind. Beim Pressen sind zu Beginn mehr Probleme aufgetaucht als erwartet und somit sind gute Formteile erst später als geplant fertig geworden. Dadurch verschiebt sich der komplette Zeitplan weiter nach hinten und der angelegte Puffer im Januar wird für die Fertigstellung des PC-Gehäuses benötigt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Zeitplan im Detail nicht eingehalten wurde, der grobe Ablauf allerdings schon. Zuerst wurde das CAD-Modell soweit fertiggestellt, dass mit dem Pressformenbau angefangen werden konnte. Dann wurden die zweidimensional verformten Teile gepresst und die Formatierungsformen angefertigt. Anschließend wurden die verformten Teile formatiert und die geraden Teile gepresst und auch formatiert. Die Ausarbeitung wird angefangen und schließlich können die elektrischen Komponenten in die Front eingebaut und das PC-Gehäuse fertiggestellt werden.

Fertigungsprozess

Nachdem der Entwurf und die CAD-Zeichnungen standen, konnte mit der Programmierung der CNC-Codes begonnen werden. Mit der Zeit kannte man sich mit AlphaCam immer besser aus und konnte schneller daran arbeiten.

Beim Pressen der ersten Teile traten zu Beginn einige Probleme auf und es konnten keine guten Ergebnisse erzielt werden. Die gepressten Teile waren gewellt und einzelne Furnierschichten haben sich zum Teil überlappt. Diese Misserfolge haben die Motivation gesenkt, aber die Probleme konnten schnell behoben werden und mit neuem Mut wurde weitergemacht.

Durch paralleles Arbeiten konnte viel Zeit gespart werden. Während ein Teil in der Presse lag, wurde die Formatierung programmiert und ein anderes Teil auf der CNC-Maschine bereits gefräst.

Das erste Zusammensetzen der einzelnen Teile war noch einmal ein großer Schritt Richtung Ziel, auch wenn sich die Teile verzogen haben und nicht perfekt zusammenpassten. Aber auch dieses Problem konnte gelöst und das PC-Gehäuse zusammengebaut werden.

Schließlich konnten die „kann“ und „muss“ Anforderungen eingehalten werden und ein gutes Ergebnis erzielt werden.

Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass trotz auftretender Probleme ein sehr gutes Ergebnis erzielt wurde. Zu Beginn wurde von einem hohen Arbeitsaufwand gesprochen, der es auch definitiv war. Trotz des aufgestellten Terminplanes war gegen Ende noch sehr viel zu tun und man hat viel Zeit im Labor verbracht. Ganz genau wussten wir nicht, was auf uns zukommt und Erfahrungen in diesem Herstellungs- und Entstehungsprozess gab es noch keine.

Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe und auch mit den anderen Gruppen hat sehr gut funktioniert. Jeder hat andere Erfahrungen aus unterschiedlichen Bereichen mitgebracht und die Gruppe konnte davon profitieren. Es konnte sich bei Problemen gegenseitig geholfen werden, sowie jederzeit die Hilfe der Dozenten in Anspruch genommen werden. Die Absprachen bezüglich der Nutzung von Presse und Maschine waren unkompliziert und es gab keine Probleme.

Dieses Projekt hat unsere Erwartungen sehr gut erfüllt. Wir konnten unsere Kenntnisse in der CAD-Gestaltung vertiefen und haben die CNC-Maschine noch genauer kennengelernt. Wir konnten die Anforderungen an die 5-Achs-Bearbeitung mit allen Schwierigkeiten und Vorteilen erfahren und erlebten die Besonderheiten der Formholzteilherstellung. Zudem konnten und mussten wir viel selbstständig arbeiten und mussten auf unser Zeitmanagement achten.

Zusammengefasst: viel Arbeit, Abläufe der Formteilherstellung und 5-Achs-Bearbeitung hautnah kennengelernt, einzigartiges Produkt gebaut, tolle Zusammenarbeit, Spaß gehabt!



Abbildung 18: Fertiges PC-Gehäuse, Vorderseite



Abbildung19: Fertiges PC-Gehäuse, Rückseite

Abbildungsverzeichnis

Deckblatt	Ausschnitt Front	Selbsterstelltes Foto	
Abbildung 1	Erste Entwürfe	Selbsterstelltes Foto	3
Abbildung 2	Explosionszeichnung fertiger Entwurf	Selbsterstelltes Foto	3
Abbildung 3	Elektrische Bestandteile	Selbsterstelltes Foto	4
Abbildung 4	Pressform Deckel	Selbsterstelltes Foto	5
Abbildung 5	Formatierung Pressform Deckel	Selbsterstelltes Foto	5
Abbildung 6	Formatierung Front	Selbsterstelltes Foto	6
Abbildung 7	Formatierung Seite	Selbsterstelltes Foto	6
Abbildung 8	Furnierzuschnitt	Selbsterstelltes Foto	7
Abbildung 9	Formatierung Deckel	Selbsterstelltes Foto	8
Abbildung 10	Stützvorrichtung	Selbsterstelltes Foto	9
Abbildung 11	Erster Zusammenbau	Selbsterstelltes Foto	9
Abbildung 12	Innenansicht	Selbsterstelltes Foto	10
Abbildung 13	Innenansicht mit Stützvorrichtung	Selbsterstelltes Foto	10
Abbildung 14	Innere Stützvorrichtung	Selbsterstelltes Foto	10
Abbildung 15	3D-Druck der Abdeckung	Selbsterstelltes Foto	11
Abbildung 16	Fertige Abdeckung	Selbsterstelltes Foto	11
Abbildung 17	Innenansicht mit Elektrik	Selbsterstelltes Foto	11
Abbildung 18	Fertiges PC-Gehäuse, Vorderseite	Selbsterstelltes Foto	14
Abbildung 19	Fertiges PC-Gehäuse, Rückseite	Selbsterstelltes Foto	14

Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt haben. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträge anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hildesheim, der 30. Januar 2020

Fabian Bremer

Handwritten signature of Fabian Bremer in blue ink, written over a dashed line.

Katharina Klockmann

Handwritten signature of Katharina Klockmann in blue ink, written over a dashed line.

Tobias Michael

Handwritten signature of Tobias Michael in blue ink, written over a dashed line.