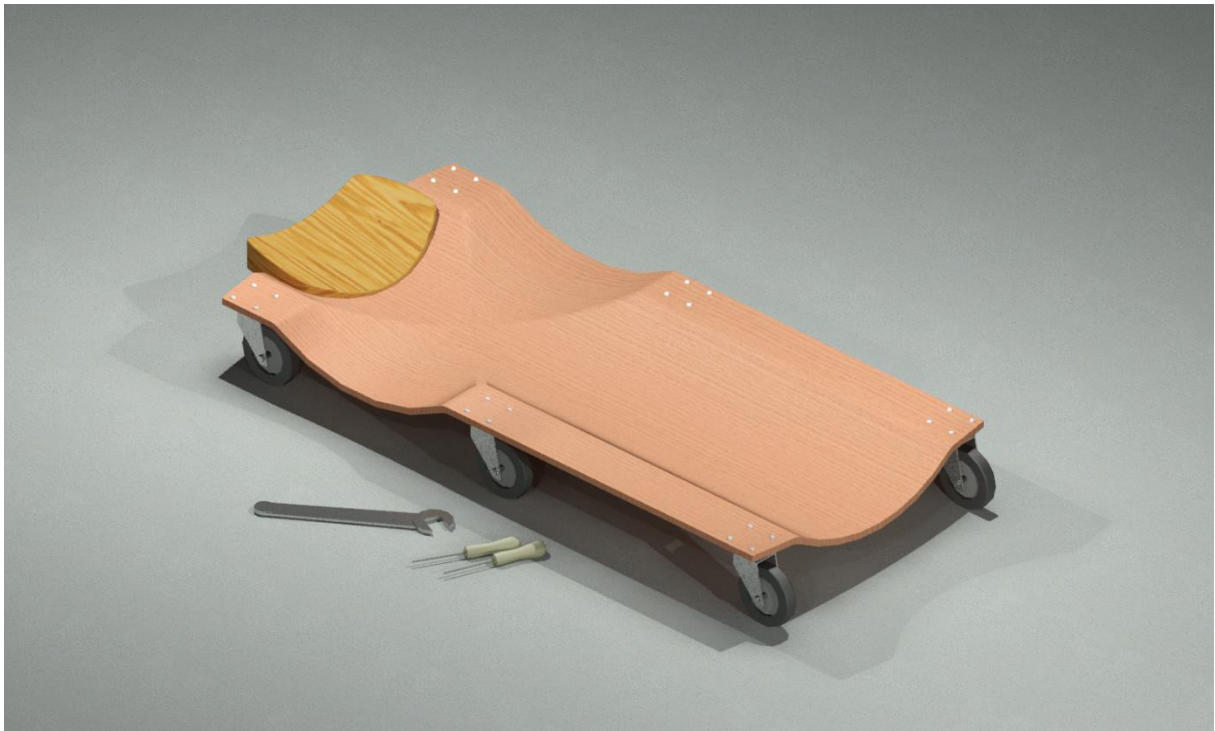


Praxisprojekt CAD/CAM

Ausarbeitung/Dokumentation der Gruppe 3



Planung und Herstellung eines Kfz-Montage-Rollbretts
aus Holzformteilen mit 5-Achs-CNC-Bearbeitung

713261, 713290, 715955, 715890

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis.....	1
2	Einleitung.....	1
3	Entwicklung und Konstruktion	1
3.1	Produktidee	2
3.2	Pflichtenheft.....	2
3.3	Entwurf	3
4	Zeitplan.....	4
5	Pressvorgang	5
5.1	Herstellung der Pressformen	5
5.1.1	Vorbereitungen	5
5.1.2	Fräsen.....	6
5.2	Pressen der Formteile	7
5.2.1	Vorbereitungen	7
5.2.2	Pressen.....	8
5.3	Konditioniervorgang.....	11
6	Frästeile.....	11
6.1	Montageblock	11
6.2	Kopfstütze	12
7	Stahlbauteile.....	15
8	Formatieren	17
8.1	Formatierformen	17
8.2	Formatierfräsungen	18
9	Oberfläche	20
10	Montage.....	21
10.1	Endmontage.....	21
11	Abgleich Pflichtenheft	22
12	Fazit.....	22
13	Anhang	24

1 Abkürzungsverzeichnis

- PUR: Polyurethan
- FPY 19: Spanplatte 19mm
- mm: Millimeter
- Kfz: Kraftfahrzeug

2 Einleitung

Im fünften Semester belegen die Studierenden des Studienganges Holzingenieurwesen das Vertiefungsmodul „CAD-CAM-Praxisprojekte“. Das Modul baut auf bisher vermitteltem Wissen aus C-Technik und dem Arbeiten mit CAD-Programmen auf, welches nun in der Praxis genutzt wird. Darüber hinaus wird sich mit der Ansteuerung einer CNC-Fräse über CAM beschäftigt sowie mit der Möglichkeit der 5-Achs-CNC-Bearbeitung von Werkstücken. Der Schwerpunkt liegt auf verschiedenen Techniken der Formverleimung.

Bezüglich der Relation vom Aufwand zur Gruppengröße soll ein Objekt gewählt werden, an dem alle zu erledigenden Arbeitsschritte durchgeführt werden.

3 Entwicklung und Konstruktion

Im Laufe der ersten Sitzung des Moduls werden Recherchearbeiten zur Ideenfindung durchgeführt. Bei der Zielsetzung spielen sowohl die Optik, der praktische Nutzen des Erzeugnisses als auch die Durchführbarkeit des Projektes im vorgegebenen Zeitraum eine entscheidende Rolle. Infolgedessen werden Mindmaps angefertigt und Internetrecherchen getätigt.

3.1 Produktidee

Die erste Idee der Projektgruppe ist es, Skier als Prüfungsleistung zu entwerfen. Initiator für diesen Antrieb ist die gemeinsame Begeisterung der Gruppenteilnehmer für Wintersport. Erste Entwürfe, die bereits die Komplexität dieser Aufgabe verdeutlichen, werden erstellt. Es kristallisiert sich schnell heraus, dass die Umsetzung eines solchen Projekts durch den Aufbau, also die Veränderungen auf der gesamten Länge in der Materialdicke, in der vorgegebenen Zeit kaum möglich ist. Außerdem erfüllt es durch die wenigen Verformungen nicht die Anforderungen der gestellten Aufgabe für eine Gruppe aus vier Personen. Die zweite Idee ist ein Montagerollbrett für Kfz-Arbeiten. Bei der Suche nach üblichen Konstruktionen fällt auf, dass die Form eines konventionellen Rollbretts noch verbessert werden kann. Durch leichte Formveränderungen soll das Rollbrett ergonomischer und optisch ansprechender gestaltet werden.

3.2 Pflichtenheft

Folgende Kriterien soll das Kfz-Montage-Rollbrett erfüllen:

- Optimale Liegefläche
 - Ergonomisch
- Funktionalität
 - Gutes Fahrverhalten
 - Tiefe Liegeposition durch geringen Rollendurchmesser
- Ansprechendes Design
 - Grundform und Konturfräsung
 - Beschläge in der Draufsicht nicht sichtbar
- Oberflächengüte
 - Resistent gegen Verschmutzung
 - Keine Ausrisse
- Längenverstellung
 - Kurbel- oder Schraubmechanismus - eventuell durch Akkuschauber
- Kopfstütze
 - Ergonomisch mit Kissen

3.3 Entwurf

In den Entwürfen werden die Vorgaben aus dem Pflichtenheft aufgenommen und bestmöglich umgesetzt. Es wird sich an einem Modell orientiert, welches im Internet zu finden ist und aus einem Kunststoffkörper besteht (Ramroxx Kfz-Rollbrett, www.carparts-online.de). Dieser ist auf sechs Lenkrollen an der Unterseite befestigt. Anders als im Beispiel, sollen die Beschläge des Rollbretts in der Draufsicht verborgen sein. Die Maße und Höhe der Liegeposition auf dem Rollbrett werden nach einem Probeliegen weiter optimiert und angepasst, sodass jedes Gruppenmitglied komfortabel liegen kann. Nach Festsetzung der optimalen Form wird der Grundkörper zweigeteilt, um somit zusätzlich in der Länge variabel zu sein. Diese Variabilität soll durch einen Kurbel- oder Schraubmechanismus mittels Akkuschrauber umgesetzt werden. Auch die Ablage des Kopfes wird berücksichtigt. Es wird eine Stütze eingeplant, die mithilfe eines Kissens eine angenehme Position gewährleistet. Zum Abschluss wird das Rollbrett mit einem seidenmatten Lack überzogen, damit die Oberfläche widerstandsfähiger ist.

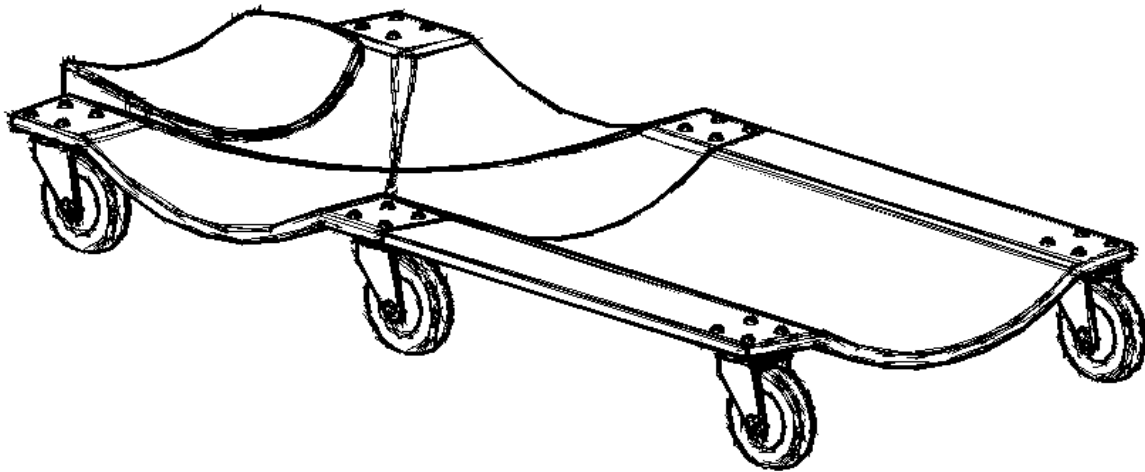


Abbildung 1: Kfz-Rollbrett mit Kopfstütze und Längenverstellung

4 Zeitplan

Der Zeitplan für das Projekt ist unter Berücksichtigung der zu erledigenden Aufgaben in jeweils ein bis drei Wochenabständen unterteilt. Dabei wird beachtet, dass eventuelle Rückschläge und Verzögerungen den Zeitplan verändern können. Demnach werden die Zeiten großzügig angesetzt und ein Zeitpuffer von ca. drei Wochen im Januar 2020 eingeplant.

KW	Datum	Aufgabe
39	23.09 - 29.09.19	- Entwurfsphase
40-41	30.09 - 13.10.19	- Entwurfsoptimierung - CAD-Zeichnungen erstellen
42	14.10 - 20.10.19	- Erstellen der Alpha-CAM-Dateien - Fräsen der Pressformen
43	21.10 - 28.10.19	- Erste Pressversuche - Optimierung von Materialschichten und der Leimauswahl
44-45	29.10 - 10.11.19	- Pressvorgänge und Konturfräsungen
46-47	11.11 - 24.11.19	- Erste Montage - Versuche zur Stabilität und Funktionalität, - Optimierungsansätze entwickeln und umsetzen
48-49	25.11 - 15.12.19	- Pressen und Konturfräsen mit den vorgenommenen Optimierungen
1-5	01.01 - 30.01.20	- Dokumentation - Plakat - Zeitpuffer

5 Pressvorgang

Insgesamt werden zwei Pressformen benötigt, die aus jeweils zwei Teilen bestehen. Zum einen die Form für das Kopfteil inklusive der Gegenform, zum anderen die für das Fußteil des Rollbretts, ebenfalls mit Gegenform. Beide Pressformen sind in ihrem Aufbau im Wesentlichen identisch. Sie unterscheiden sich ausschließlich in ihrer Form und Größe. Die für das Kopfteil vorgesehene Form ist etwas länger als die des Fußteils.

5.1 Herstellung der Pressformen

5.1.1 Vorbereitungen

Die Pressformen werden zunächst in AutoCad modelliert und in AlphaCam eingefügt. Dort werden die nötigen Werkzeuge ausgewählt, Bearbeitungen angelegt und simuliert, um spätere Kollisionen auszuschließen. Die Rohteile werden aus Multiplexplatten verleimt und zum Trocknen in die Zylinderpresse gelegt. Anschließend folgt eine Zuschneidung der Rohteile auf Nettomaß.

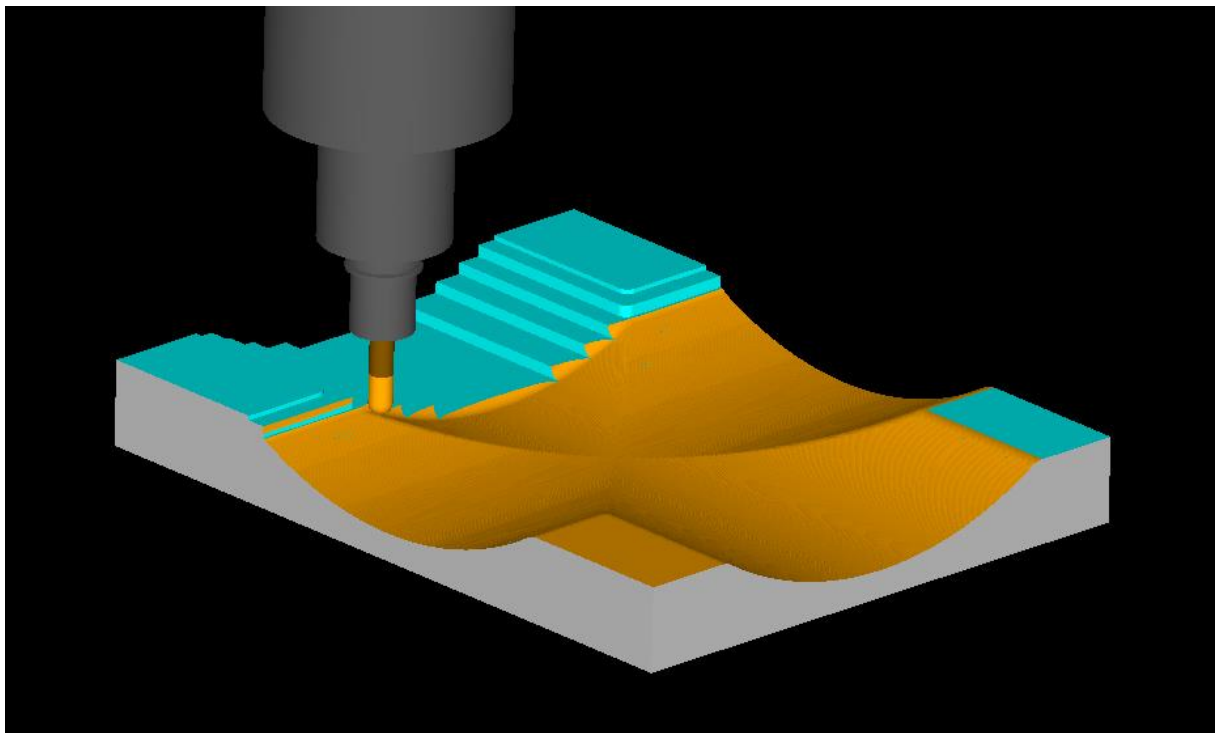


Abbildung 2: Simulation der Fräsung in AlphaCAM

5.1.2 Fräsen

Für das Fräsen werden die Rohteile auf den Maschinentisch der MAK A 3 gespannt und direkt mit Markierungen versehen, sodass bei späteren Bearbeitungen die Anschlagseiten definiert sind. Zunächst wird die grobe Form durch Schruppen mit dem T120-Schruppfräser herausgearbeitet. Im zweiten Bearbeitungsschritt kommt der T20-Kugelfräser zum Einsatz. Mit einer Rillenhöhe von 0.02 mm wird die Oberfläche der Form erstellt. Als letzte Bearbeitung werden die Bohrungen gesetzt. Zwei Bohrungen werden an den kurzen Seiten der Formen mittig von oben gebohrt. In diese Löcher werden Aluminiumstifte eingeschlagen, die beim Pressen dabei helfen, die beiden Teile einer Form exakt übereinander zu positionieren. Die genaue Positionierung beim Pressen ist wichtig, um gleichmäßigen Druck auf das zu pressende Formteil zu erzeugen.



Abbildung 3: Schruppfäsen der Pressform an der MAK A 3 mit dem T120 Schruppfräser

5.2 Pressen der Formteile

5.2.1 Vorbereitungen

Bevor mit dem Verleimen der einzelnen Furnierschichten begonnen wird, werden diese zugeschnitten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Faserverläufe der einzelnen Schichten kreuzweise übereinanderliegen. Um ein Verrutschen der Furnierschichten während des Pressens zu verhindern, wird das Furnierpaket zunächst in eine Vorrichtung gespannt. Daraufhin werden an den kurzen Seiten des Furnierpakets ein 9 mm großes Loch und auf der gegenüberliegenden Seite ein 9 mm breiter Schlitz eingesägt. Durch den Schlitz und das Loch werden die Furniere in der Presse auf die Positionierstifte der Form aufgefädelt.



Abbildung 4: Pressen der beiden Formteile übereinander in der Hydraulikpresse

Auf diese Weise können sie sich in Längsrichtung leicht bewegen, aber nicht seitlich aus der Form herausrutschen. Nun können die Presse sowie der Arbeitsplatz, auf dem der Leim angegeben wird mit Zeitungen ausgelegt werden, um ein Verschmutzen der Werkbank und der Furniere zu verhindern. Zudem sollte genau abgesprochen werden, wer welche Aufgaben übernimmt, um innerhalb der offenen Zeit der Leime alle Furniere mit Kleber zu benetzen und sie in der Presse zu positionieren.

Der Hubhöhe der Presse ist groß genug, um darin zwei Teile übereinander zu pressen, was den Vorgang des Verleimens deutlich effizienter macht.

5.2.2 Pressen

Erster Pressversuch

Im ersten Versuch wird ausschließlich Schäl furnier aus Buche verarbeitet. Ein Formteil wird aus elf Lagen Furnier gepresst. Als Leim wird Kauritleim verwendet. Entgegen negativer Vorannahmen bezüglich des Ergebnisses hat uns das fertige Teil in größerem Maße überzeugt. Die Schale ist weitestgehend Riss frei verleimt und weist eine hohe Festigkeit auf. Lediglich in den Randbereichen, an denen die Form kleinere Radien hat, sind Risse im Furnier entstanden. Aufgrund dieser Risse sind manche Bereiche kaum bis gar nicht mit Leim benetzt. Die Formen können in Folge dessen nicht komplett aus Schäl furnier gefertigt werden. Allerdings besteht die Möglichkeit, Mittellagen aus Schäl furnier zu verwenden, die eine gute Festigkeit bewirken. Dafür sollte aber ein anderer Leim verwendet werden. Das Schäl furnier ist etwas günstiger als 3D-Furnier, was sich positiv auf die Materialkosten auswirkt.

Zweiter Pressversuch

Im zweiten Pressversuch werden für die Mittellagen drei Schichten Schäl furnier verwendet. Für die Außenlagen werden insgesamt sechs Lagen des „3D-Basic“-Furniers der Firma Danzer (siehe Datenblatt) verwendet. Als Leim wird in diesem Versuch PUR-Leim verwendet. Dieser Leim quillt beim Trocknen etwas auf, sodass Risse, die in den Schäl furnieren entstehen können, geschlossen werden.

Das Ergebnis des Tests erweist sich als sehr aufschlussreich. Die Form an sich hat eine gute Festigkeit und es sind optisch keine offenen Lücken innerhalb der Mittelschichten zu erkennen. Allerdings ist der PUR-Leim fast komplett durch die Außenlagen durchgeschlagen, sodass die Schutzfolie an dem Formteil klebt. Der Aufbau der Furnierschichten ist zu diesem Zeitpunkt bereits sehr gut, allerdings sollte für die äußeren Schichten ein anderer Leim verwendet werden, der nicht durchschlägt.

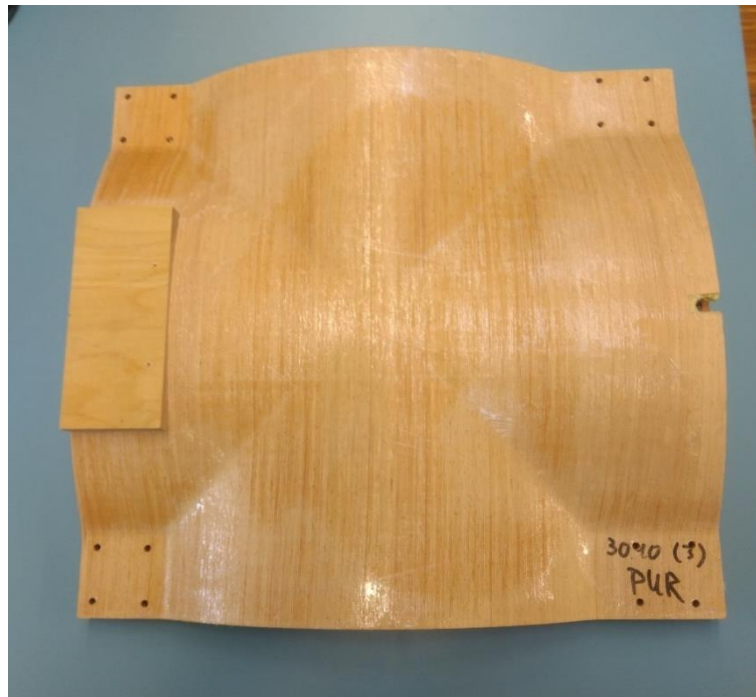


Abbildung 5: Leimdurchschlag bei der Flächenverleimung mit PUR

Dritter Versuch

Für den dritten Versuch bleibt der Aufbau der Furnierschichten unverändert. Drei Schichten Schäl furnier in der Mitte und jeweils dreimal „3D-Basic“ Furnier außen. Die Mittellagen werden mit PUR-Leim verklebt, während die äußeren Schichten mit Kauritleim bestrichen werden, um einen Leimdurchschlag auf der Außenseite des Formteils zu verhindern. Das Pressergebnis bestätigt diese Theorie zunächst auch. Es gelangt kein Leim auf die Außenseite der Deckfurniere. Allerdings lassen sich die mit Kauritleim verklebten Schichten durch leichtes Ziehen an den Ecken wieder voneinander trennen. Der Leim ist bei der Verarbeitung offensichtlich zu flüssig gewesen und hat keine feste Klebeverbindung erzeugt.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass das Anmischen des Kauritleims grundsätzlich etwas schwierig gewesen ist. Auch mit Hilfe der Tabelle, die das Mischungsverhältnis errechnet, war es teilweise nicht möglich, eine geeignete Viskosität der Leimflotte zu erreichen. Entweder entstanden kleine Leimflocken oder die Flotte war zu dünnflüssig. An dem Punkt, an dem die Fäden laufen wird die Verleimung permanent unterbrochen. Es besteht demnach keine vollflächige Verleimung. Ein weiterer wichtiger Faktor ist, dass beide Leime durch den Prozess der Diffusion aushärten. Lösungsmittel-, bzw. Wassermoleküle diffundieren dabei aus der Klebefuge in die umgebenen Materialien.

Dies führt zu einem Masse- bzw. Volumenverlust der Klebefuge. Wenn die Beschichtungsmaterialien vollflächig aufeinander aufliegen, stellt dies keine Problematik dar. Dass die Verleimungen aber oftmals nur schwach belastbar sind, kann der Tatsache geschuldet sein, dass die Fäden stets für Unterbrechungen sorgen.

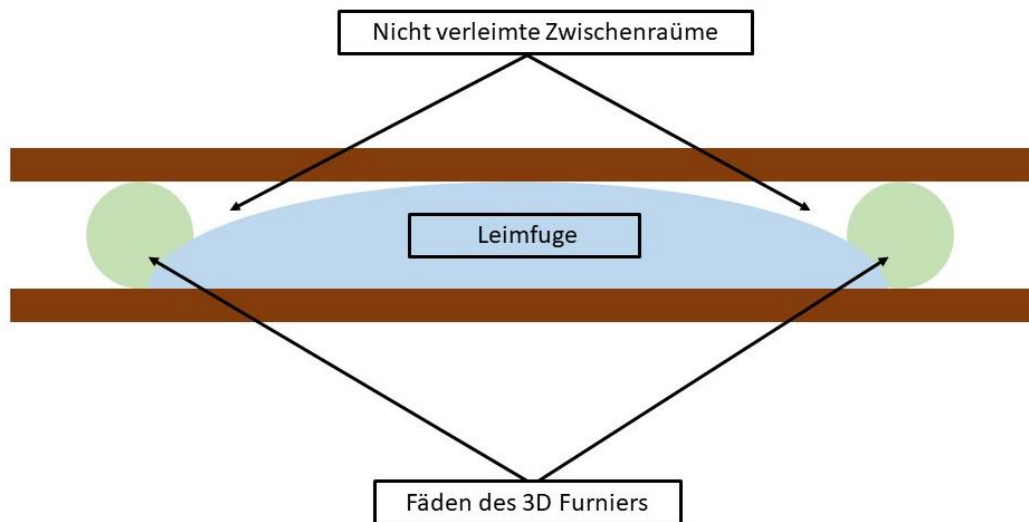


Abbildung 6: Veranschaulichung der Verleimproblematik

Vierter Versuch

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der ersten drei Versuche entstand der finale Aufbau der Pressteile. Die drei Mittellagen bestehen aus Schäl furnier. Darauf folgen auf beiden Seiten zwei Lagen des 3D-Basic-Furniers und die Decklagen bestehen aus hochwertigem 3D-Furnier in Eiche. Das komplette Furnierpaket wird bis auf die beiden Außenlagen mit PUR-Leim verklebt. Diese werden mit Weißleim bestrichen. Der Weißleim hat stets dieselbe dickflüssige Konsistenz, was die Gefahr einer Fehlverleimung durch falsches Anmischen ausschließt. Sowohl optisch als auch in seiner Festigkeit ist das Formteil gelungen.

5.3 Konditioniervorgang

Aufgrund der gleichmäßigen Verformung der Teile wird zunächst vermutet, dass eine separate Konditionierform nicht notwendig ist. Nachdem die ersten Formteile nach einiger Zeit nachgemessen werden, bestätigt sich diese Annahme. Die Teile haben sich nur minimal in ihrer Form verändert. Um diesen geringen Verformungen dennoch entgegenzuwirken, werden die Formteile durch die Bohrungen für die Rollen auf einer Platte befestigt.



Abbildung 7: Das Kopfteil wurde auf einer FPY 19 festgeschraubt

6 Frästeile

6.1 Montageblock

Um das Verbindungselement an den beiden Pressformen zu befestigen, wird ein Frästeil konstruiert und unter den Formteilen befestigt. Es gleicht die Rundung aus, sodass eine ebene Fläche entsteht. Um beim Aufspannen auf die Maschine mehr Fläche zum Ansaugen zu erzeugen, wird das Rohteil so zugeschnitten, dass gleich mehrere Teile daraus gefräst werden können. Diese werden in einem Arbeitsgang

durch Schruppen und Schlichten herausgearbeitet. Um die fertigen Teile zu erhalten, muss das Frästeil nur noch in Längsrichtung auf der Kreissäge ab gelängt werden.



Abbildung 8: Für mehr Ansaugfläche werden mehrere Teile gleichzeitig gefräst

6.2 Kopfstütze

Um die Liegeposition auf dem Kfz-Rollbrett noch komfortabler zu gestalten, wird am Kopfende eine zusätzliche Kopfstütze angebracht. Diese wird aus einem verleimten Multiplex-Rohteil von 320x230x80 mm gefräst und zusätzlich mit einem Stoffkissen beklebt.

Um die Kopfstütze herzustellen, werden zunächst zwei Rohteile mit den Maßen 320x230x80 mm verleimt. Die Form des Frästeils sowie die später zur Aufspannung benötigte Schablone werden in AutoCad konstruiert und in AlphaCam mit den benötigten Bearbeitungen versehen.

Im ersten Schritt wird eins der beiden Rohteile auf die Maschine aufgespannt. Durch die Befehle Schruppen, Schlichten und Konturfräsen wird aus dem Block die Unterseite der Kopfstütze herausgearbeitet. Um später ein genaues Positionieren des Teils auf der Schablone zu ermöglichen, werden zwei 8 mm Dübellöcher etwa 5 mm tief mittig gebohrt.



Abbildung 8: Die Unterseite der Kopfstütze wird gefräst

Im zweiten Schritt wird das zweite Rohteil aufgespannt. Aus diesem wird im selben Ablauf wie in Schritt eins die Unterseite der Kopfstütze herausgearbeitet. Allerdings diesmal anders herum, sodass das erste Teil formschlüssig aufgelegt werden kann. Auch in diesem zweiten Teil werden zwei Dübellöcher gebohrt, in die nach der Bearbeitung zwei 8 mm Dübel ein geleimt werden.



Abbildung 9: Die fertige Schablone mit zwei Dübeln zum Positionieren

Um die Kopfstütze schlussendlich auch von der Unterseite zu bearbeiten, wird das erste bereits bearbeitete Teil auf die zuletzt gefräste Schablone gelegt. Die Dübel passen genau in die dafür vorgesehenen Löcher, sodass ein Verrutschen nicht möglich ist. Zusätzlich werden beide Teile von unten durch zwei Schrauben aneinander fixiert. Nun wird die Schablone mit der darauf befestigten Kopfstütze auf den Maschinentisch gespannt und kann von oben bearbeitet werden.

Durch die Schablone, die als Hilfsvorrichtung zum Aufspannen dient, kann die Kopfstütze von beiden Seiten bearbeitet werden. So passt sie exakt auf die Kante des Rollbretts und hat gleichzeitig von oben eine geschwungene Mulde, in der ein Kopf angenehm liegen kann.



Abbildung 10: Die fertige Kopfstütze ist oben geschwungen und unten an die Kante des Rollbretts angepasst

7 Stahlbauteile

Am fertigen Kfz-Rollbrett sind schlussendlich vier Metallteile verbaut. Die Hobelzange, die mittig unter dem Rollbrett die beiden Formteile verbindet. Sie ist gleichzeitig die Längenverstellung. Der Beschlag ist durch zwei Stahlwinkel von unten am Fußteil befestigt. Um die Verstellung der Länge bequem vom Ende des Rollbretts aus bedienen zu können, ist eine Stahlstange montiert. Fixiert wird diese durch mehrere Schellen.

Der Beschlag für die Längenverstellung des Rollbretts ist baugleich mit einem Beschlag einer herkömmlichen Hobelbank. In der Mitte ist eine Welle verbaut, die durch Drehen die beiden Backenteile auseinander und aufeinander zu bewegt. Seitlich wird beides durch zwei zusätzliche Stahlstifte stabilisiert.

Die Stahlwinkel sind aufgrund ihrer ungewöhnlichen Abmessungen Sonderanfertigungen und werden in der Metallwerkstatt der HAWK gefertigt. Das Material ist 5 mm dick und die Schenkel der Winkel messen 70 auf 45 mm. Mit der Kappsäge werden die zwei Schenkelteile abgelängt und anschließend die Schnittflächen am Schleifer geglättet und entgratet. Um die Teile einwandfrei schweißen zu können, muss an einigen Stellen die Zunderschicht per Winkelschleifer abgetragen werden. Um die bearbeiteten Flacheisen exakt im 90 Grad Winkel zu verschweißen, werden sie auf eine Hilfsvorrichtung gespannt und anschließend gepunktet. Der Winkel wird wieder ausgespannt und kann vollflächig von der Ober- und Unterseite geschweißt werden. In den langen Schenkel werden noch zwei Löcher im Durchmesser von 6 mm gebohrt, durch die der Winkel später am Rollbrett festgeschraubt wird.



Abbildung 11: Durch das Fixieren in der Vorrichtung lässt sich ein 90 Grad Winkel schweißen

Die Verlängerung, die unter dem Fußteil des Rollbretts angebracht ist, ist aus einer 10 mm dicken Stahlstange gefertigt. Auf diese Stange wird an der einen Seite ein M8-Gewinde aufgeschnitten. Darauf wird eine Mutter aufgeschraubt und dann per Schweißpunkt fixiert. Auf der anderen Seite werden zwei gebogene Metallteile seitlich am Stab angeschweißt, sodass dazwischen mit einem Stift das Ende der Hobelzange befestigt werden kann.

Die Schellen, die zum beweglichen Anbringen der Verlängerungsstange dienen, werden im Baumarkt besorgt.



Abbildung 12: Die Stahlstange überträgt die Längenverstellung ans Ende des Rollbretts

8 Formatieren

8.1 Formatierformen

Für das Formatieren der Formteile bieten sich die Unterteile der Pressformen an. Um das Formteil auf der Pressform zu befestigen, wird zunächst in jeder Ecke eines der Löcher für die Rollenbefestigung sowohl in das besagte Teil als auch durch die Form gebohrt. Mittels Gewindestangen und Muttern können die Formteile auf den Pressformen fixiert werden. Das Fußteil besitzt nur am oberen Ende Löcher für Rollen, sodass es im unteren Bereich mit zwei Schrauben gesichert wird. Diese werden von unten durch die Form in das Teil geschraubt. Die im Formteil entstehenden Löcher werden im montierten Zustand von dem Befestigungsstück für die Längenverstellung verdeckt. Durch die Verschraubungen kann auf eine zusätzliche Taschenfräsung für eine Aufspannung mit Hilfe von Vakuum verzichtet werden. Das hat zur Folge, dass die Formen auch nach dem Formatieren wieder zum Pressen verwendet werden können.

8.2 Formatierfräsungen

Die Kontur des Rollbretts ist im Wesentlichen rechteckig. An den schmalen Flächen ist sie leicht konvex. Die Kontur wurde so gestaltet, dass das Kopfteil an das Fußteil formschlüssig anstößt. Das Kopfteil ist konvex geformt und das Fußteil im selben Radius ein wenig konkav.

Erste Formatierung:

Formatiert wird mittels 5-Achs-Bearbeitung, bei der der Fräser immer senkrecht zur Werkstückoberfläche steht. Hierfür wird zunächst ein Schlichtfräser verwendet, der im Durchmesser 6 mm groß ist. Leider entstehen bei der ersten Konturfräsung erhebliche Ausrisse. Auch durch die Verwendung von Klebeband können diese in weiteren Versuchen nicht minimiert werden.



Abbildung 13: Links sind deutlich die Ausrisse zu erkennen

Zweite Formatierung:

Um ein Ausreißen der oberen Furnierschicht zu verhindern, soll ein Vorritzen durch einen kleineren Fräser helfen. Die Kontur wird zunächst mit einem Schlichtfräser im Durchmesser 1,5 mm abgefahren. Dieser Vorgang wird in zwei Zustellungen bis auf eine Tiefe von 3 mm von der Werkstückoberkante gemessen durchgeführt. Gefräst wird im Gleichlauf, sodass möglichst wenig Belastung auf die Furnierstreifen einwirkt. Zusätzlich muss die Vorschubgeschwindigkeit geringgehalten werden, um ein Abbrechen des Fräasers zu vermeiden. Die oberen beiden Furnierschichten werden durchtrennt und es entstehen durch den kleinen Radius des Fräasers kaum Ausrisse. Um das Werkstück auf der Linie der Kontur komplett zu durchtrennen, wird ein Schlichtfräser mit 3 mm Durchmesser verwendet. Da ein Berühren mit den bereits durchtrennten Furnierschichten zu Ausrissen führen könnte, wird mit einem Bahnversatz nach außen von 0.1 mm gearbeitet. Auch hier wird in mehreren Zustellungen gearbeitet, um ein sauberes Kantenbild zu erzeugen.



Abbildung 14: Durch Anritzen der oberen Furnierschichten entsteht ein sauberes Kantenbild

9 Oberfläche

Vor dem Lackieren werden die Fertigteile des Rollbretts einmal komplett zusammengesetzt. Auf diese Weise ist eine fehlerfreie Endmontage garantiert. Im Anschluss wird alles wieder demontiert und für das Lackieren vorbereitet. Formteile werden mit einer 180er Körnung und dem Exzentrerschleifer sowie einem Schleifklotz geschliffen. Im Anschluss wird alles gründlich gereinigt. Als Grundierschicht wird im Spritzlackierverfahren ein PUR-Klarlack aufgetragen. Nach einer Trocknungszeit von 24 Stunden wird mit 320er Körnung ein Zwischenschliff gemacht. Anschließend wird die finale Klarlackschicht aufgetragen.



Abbildung 15: Nach dem Lackieren werden die Teile zum Trocknen aufgehängt

10 Montage

10.1 Endmontage

Sobald alle lackierten Teile getrocknet sind, beginnt die Endmontage. Dazu werden als erstes die Montagewinkel an der Hobelzange befestigt. Im zweiten Schritt werden die beiden Formteile umgedreht und die Hobelzange aufgelegt. Das Ganze wird durch die Löcher mittels Spanplattenschrauben festgeschraubt. An der Hobelzange wird die Verlängerungsstange mit einem Bolzen und der dazugehörigen Kontermutter befestigt. Die Stange wird anschließend durch die Schelle gesichert. Ist dies geschehen, werden die sechs Rollen an den vorgebohrten Stellen angebracht. Abschließend wird die Kopfstütze aufgesetzt. Sie ist von unten festgeschraubt und zusätzlich durch Leim gesichert. Auf ihr wird das Kissen mit Klettverschluss befestigt. Das Kfz-Rollbrett ist fertig.



Abbildung 16: Kfz-Rollbrett nach Fertigstellung

11 Abgleich Pflichtenheft

Die im Pflichtenheft aufgeführten Ziele und Kriterien, die das Kfz-Rollbrett erfüllen sollte, werden schlussendlich vollständig erfüllt. Von der Oberseite des Kfz-Montage-Rollbretts sind lediglich die Schrauben, die zur Befestigung der Rollen dienen, zu sehen. Das Rollbrett weist eine ausreichende Grundstabilität auf, sodass es den Belastungen, die durch einen durchschnittlichen Erwachsenen entstehen, in vollem Maße gewachsen ist. Es rollt sich sehr leicht und lässt sich in seiner Länge schnell und einfach auf die Größe des Benutzers anpassen. Die Kopfstütze mit aufgeklebtem Kissen schafft eine bequeme Liegeposition und begünstigt ein ermüdungsfreies Arbeiten. Die Formteile mit der Deckschicht aus Eichenfurnier lassen es auch optisch zum Hingucker jeder Werkstatt werden.

12 Fazit

Rückblickend auf das vergangene halbe Jahr ist sich die Projektgruppe einig: Das Modul „CAD-CAM Praxisprojekte“ war eines der interessantesten und vor allem abwechslungsreichsten Module des Studiengangs Holzingenieurwesen an der HAWK.

Gerade die Kombination der einzelnen uns gestellten Aufgaben aus Konstruieren mittels CAD-Software, Bearbeitungen im CAM Programm anlegen und dem Arbeiten mit den Furnieren sowie den 5-Achs-CNC-Fräsen hat uns viel Freude bereitet. Wir konnten den kompletten Prozess der Formteilherstellung kennenlernen und unser theoretisches, in vorherigen Modulen gesammeltes Wissen praktisch anwenden. Auch das noch intensivere Kennenlernen der 5-Achs-Fräsen war sehr spannend. Dank eines gut strukturierten Zeitplans und dem einwandfreien Zusammenhalt innerhalb der Projektgruppe konnten uns auch ungeplante Störfaktoren wie Verleimprobleme, Materialmangel und Störungen an den Maschinen nicht in Zeitprobleme bringen.

Allerdings waren die gestellten Anforderungen auch sehr umfangreich, sodass wir doch sehr viel Zeit im Labor verbracht haben. Wenn viele Studierende mit und ohne Vorwissen in einer Werkstatt arbeiten ist es selbstverständlich, dass nicht immer alles reibungslos abläuft. Es war teilweise etwas nervenzehrend, wenn Werkzeuge durch

Unachtsamkeit oder Unwissenheit nicht ordnungsgemäß hinterlassen wurden. Eventuell könnte dies gerade in Bezug auf die Benutzung der Leimrollen und deren Reinigung durch eine zusätzliche Einweisung verbessert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Das Modul „CAD-CAM Praxisprojekte“ hat allen Beteiligten sehr gut gefallen und uns in theoretischer als auch in praktischer Form an Know-How rund um den Werkstoff Holz bereichert.

13 Anhang

- Rollbrett mit Maßen
- Danzer-Furniere

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichern wir, dass wir die vorliegende Dokumentation selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt haben. Alle wörtlich oder sinngemäß den Schriften anderer entnommenen Stellen haben wir unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht. Dies gilt auch für beigefügte bildliche Darstellungen und dergleichen.

Hildesheim, 31/01/2020

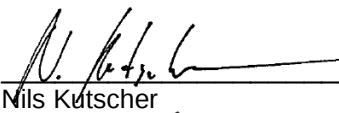
Ort, Datum



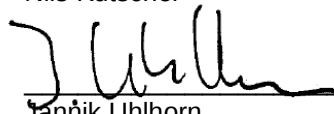
Gustav Klee



Elias Schmidt



Nils Kutscher



Janrik Uhlhorn