



TECHNISCHE HOCHSCHULE
OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS

Upcycling + Holz = Dein nachhaltiges Lastenrad

Bauanleitung



Die folgende Bauanleitung verwendet Fotos vom ersten Prototypen und von designreview-ten Longjohn mit 20“Vorderrad. Das Prinzip ist aber in den anderen Fällen ähnlich.

Es handelt sich beim individuellen Nachbau nicht um einen Lizenzbau. Die TH OWL und die im Projekt handelnden Personen übernehmen keinerlei Haftung und Gewährleistung. Aus unseren Plänen entsteht lediglich eine Sperrholzkiste, kein Fahrzeug. Im Sinne eines wissenschaftlichen Diskurses sind wir an den gemachten Erfahrungen und Euren Ideen zur Verbesserungen sehr interessiert. Bitte teilt uns mit, wenn Ihr einen Bau in Angriff nehmt bzw. wenn Ihr fertig werdet.

Je nachdem wie nahe Ihr an unseren Vorschlägen bleibt, fänden wir es fair, wenn Ihr am ggf. von Euch realisiertem Fahrzeug ein Hinweis auf die TH OWL anbringt. Wir unterstützen Euch dabei gerne z.B. zu Zusendung von Logos usw..



Werkstatt bzw. Bauraum und Vorrichtungen

Für den Bau wird eine Grundfläche von min. 3 x 2,5 m benötigt. Da die Sperrholzplatten selbst je nach Fabrikat relativ unhandlich sind, braucht es ggf. am Anfang noch mehr Fläche.

Wegen der Klebstoffdämpfe ist eine gute Belüftbarkeit essentiell für den Arbeitsschutz! Gleiches gilt für das Schweißen.

Beim Oberflächenfinish sollte der Raum gut ausgeleuchtet sein. Hier braucht es auch eine Möglichkeit, die ölgetränkten Lappen in nicht brennbarem Umfeld auskühlen bzw. aushärten zu lassen.

Mit aushärtenden Ölen getränkte Lappen oder Pinsel können sich selbst entzünden und Brände verursachen. Am besten einfach draußen weit weg von brennbarem Material auslegen und erst nach min. zwei Tagen wegschmeißen.

Für die Verklebungen braucht es anfangs einen Tisch oder Böcke mit einer Platte. Wir hatten eine Platte so ausgeschnitten, dass wir mit unseren Zwingen alle Rippen erreichen konnten. Später kann sehr gut nur auf zwei Böcken gearbeitet werden. Der Raum sollte ausreichend hoch sein, um das Lastenrad auf den Böcken zu drehen. Es wird von allen Seiten gearbeitet.

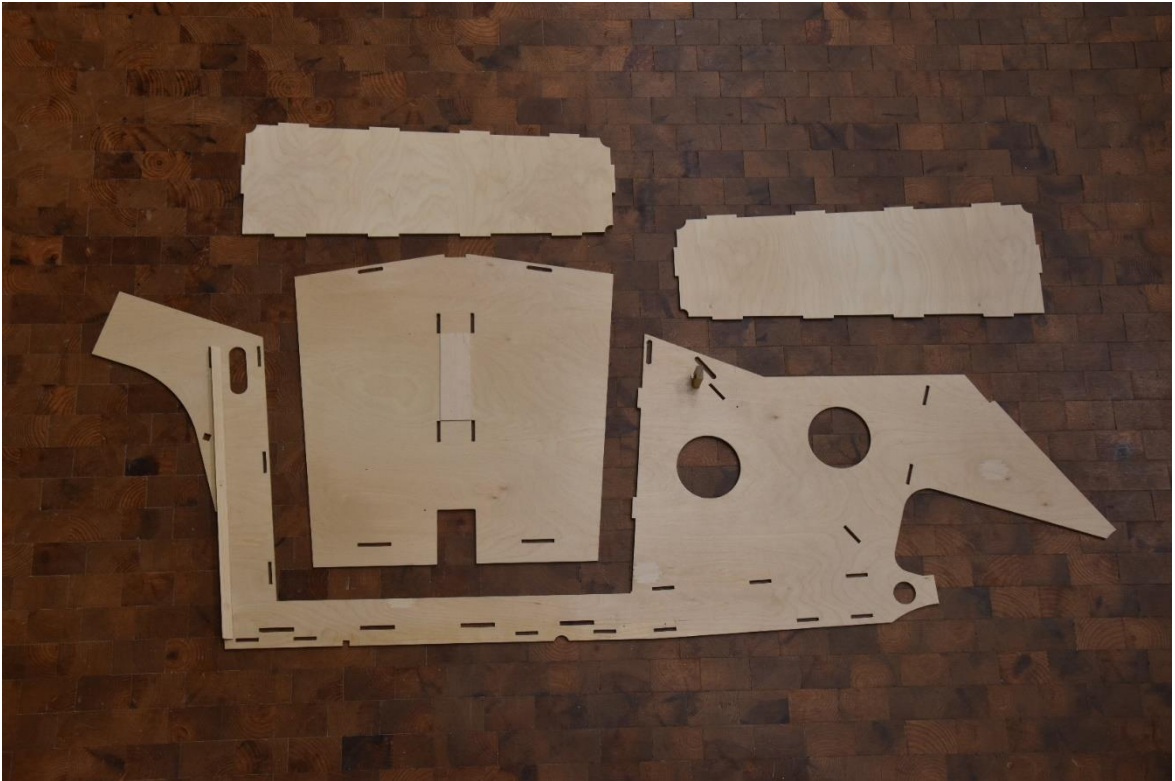
Für das Zerlegen des alten Mountainbikes ist ein Fahrrad-Montagegeständer hilfreich.

Werkzeuge und Alternativen

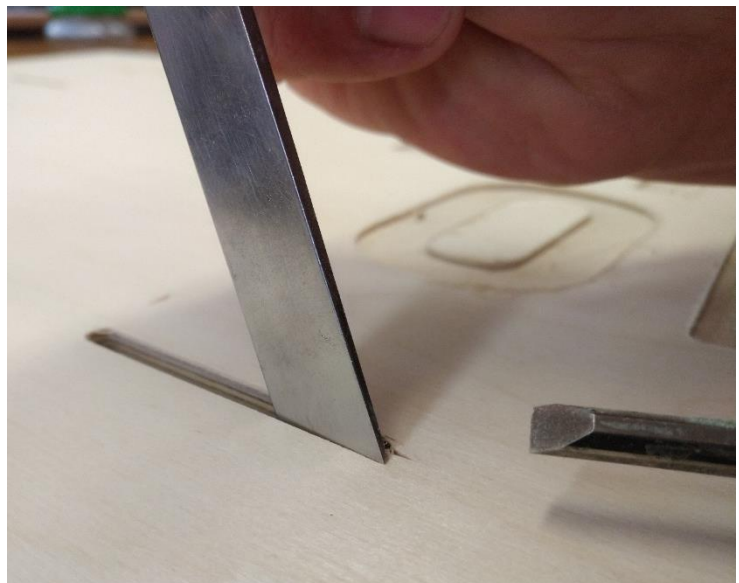
Werkzeug	Alternative			Verwendung
Wasserstrahl- schneidanlage	CNC- Bearbeitungszen- trum	Stichsäge	Lohn- fertigung Tischlerei	Plattennesting
Formatkreissäge	Tischkreissäge	Kappsäge	Japan- Handsäge	div. Schnitte
Ständerbohr- maschine	Handbohrmaschi- ne	Akkuschrauber		div. Bohrungen
Exzenter schleifer	Schwingschleifer	Schleifklotz		Finish
Feinwaage				Epxoidanmischen
Schraubzwingen	Spanngurte	Klammern	Schrauben	Leimfugenfügen
Tischfräse	Oberfräse	Tischkreissäge	Lohn- fertigung Tischlerei	Kehlleistenprodu- ktion
Schweißgerät (z.B. WIG)	Nietzange		Lohn- fertigung Schlosserei	Lenkungsteile
Gewindeschneid- eisen (M10x1, M8 u.a.)			Lohn- fertigung Schlosserei	Ausfallenden, Lenkung
Seitenschleifer (Trennscheibe, Fächerscheibe)	Bügelsäge Metall	Schleifbock	Lohn- fertigung Schlosserei	
Multitool	Multimaster	Schwingsäge		Gute Dienste bei Nacharbeiten und beim Eckenschleifen

In FabLabs oder MakerSpaces findet Ihr ggf. auch Unterstützung die benötigten Werkzeuge

Da die Zapfenverbindungen scharfe Ecken aufweisen müssen, erfolgt das Ausschneiden der Teile am besten durch eine Wasserstrahlschneidanlage. Dazu müssen die wasserfesten Sperrhölzer zunächst grundiert werden. Dann werden sie auf der Wasserstrahlschneidanlage so ausgeschnitten, dass glatte Kanten entstehen. Nach dem Waschen und Trocknen der Teile sollten sie z.B. mit einer Breitbandschleifmaschine angeschliffen werden, damit die Klebstoffe haften können.



Rückwand der Kiste,
Böden der Kiste (ist
heute ein Teil) und
eine Seite des
Mittelträgers (vorne
mit Dreiecksleiste)



Im Regelfall wird keine Wasserstrahlschneidanlage zur Verfügung stehen. Auf einer CNC-Oberfräse / einem Bearbeitungszentrum können die Teile ebenfalls ausgefräst werden. So haben wir das gemacht. In diesem Fall müssen die Ecken der Zapfenlöcher nachgestochen oder gefeilt werden, damit sie tatsächlich eckig werden. Zum Ausstechen mit Stecheisen braucht es ein schmales und ein breites Stecheisen. Das breite Eisen wird an der Längsseite des Zapfenloches angelegt und drehend in die Ecke gedrückt. Mit dem Schmalen werden die Schmalseiten nachgestochen. Da die Eisen sehr scharf sein müssen ist hohe Konzentration erforderlich. Das Nachstechen ist aber schneller und präziser als das Ausfeilen mit einer Vierkantfeile. Durch das Fräsen werden vermutlich an den Kanten Fasern entstehen. Diese sind mit ca. P150 / P180 abzuschleifen. Ein Schleifklotz hilft nicht in jeden Fall. Händisches Andrücken genügt meistens.

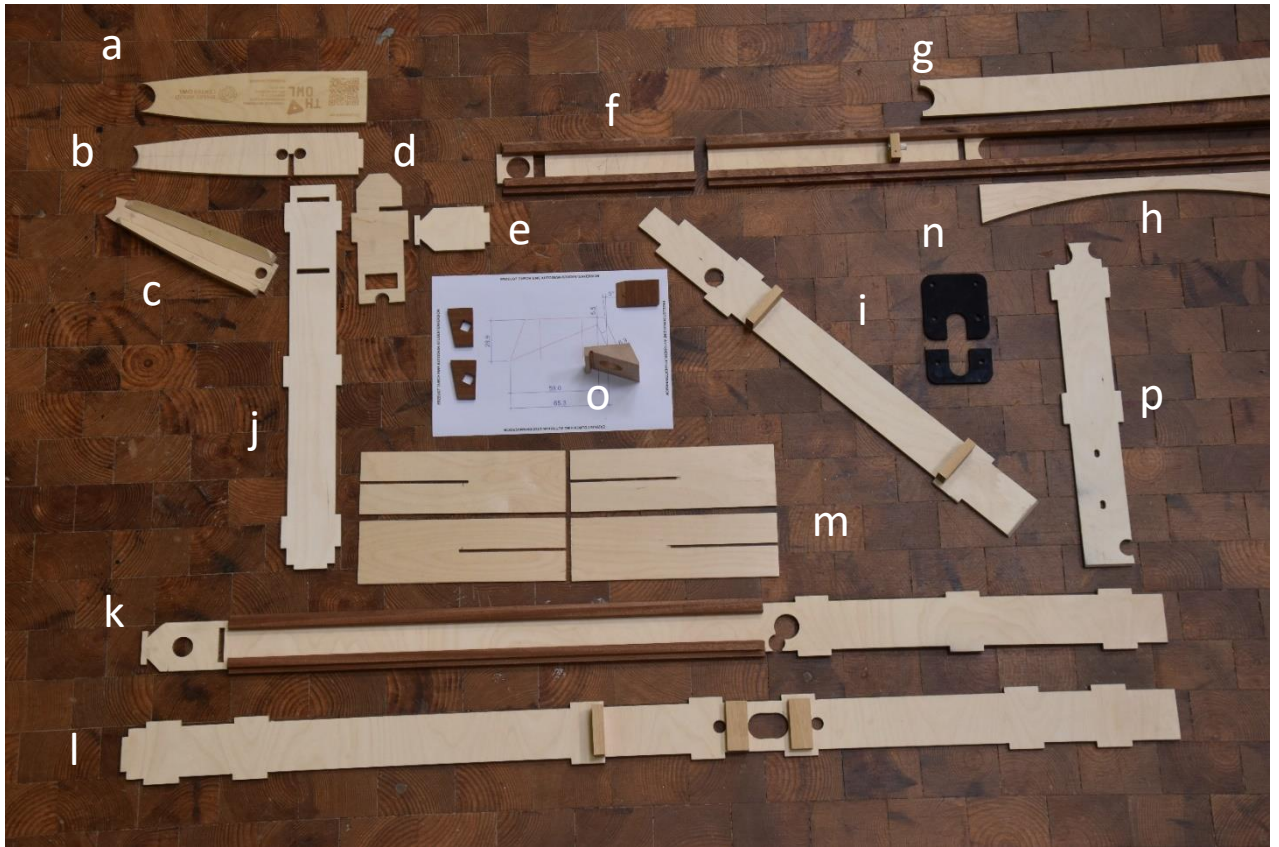
Das nach Aufriß Ausschneiden mit einer Stichsäge ist möglich. Dann sollten aber gleiche Teile durch Übereinanderlegen tatsächlich identisch ausgeschnitten werden.

Weiter müssen von den Profilleisten Abschnitte abgesägt werden. Das erfolgt am besten auf einer Kappsäge oder Tischkreissäge. Es kann auch händisch abgelängt werden. dann empfiehlt sich eine Japansäge und eine Lade um wirklich senkrechte Schnitte hinzubekommen.



Front der Kiste

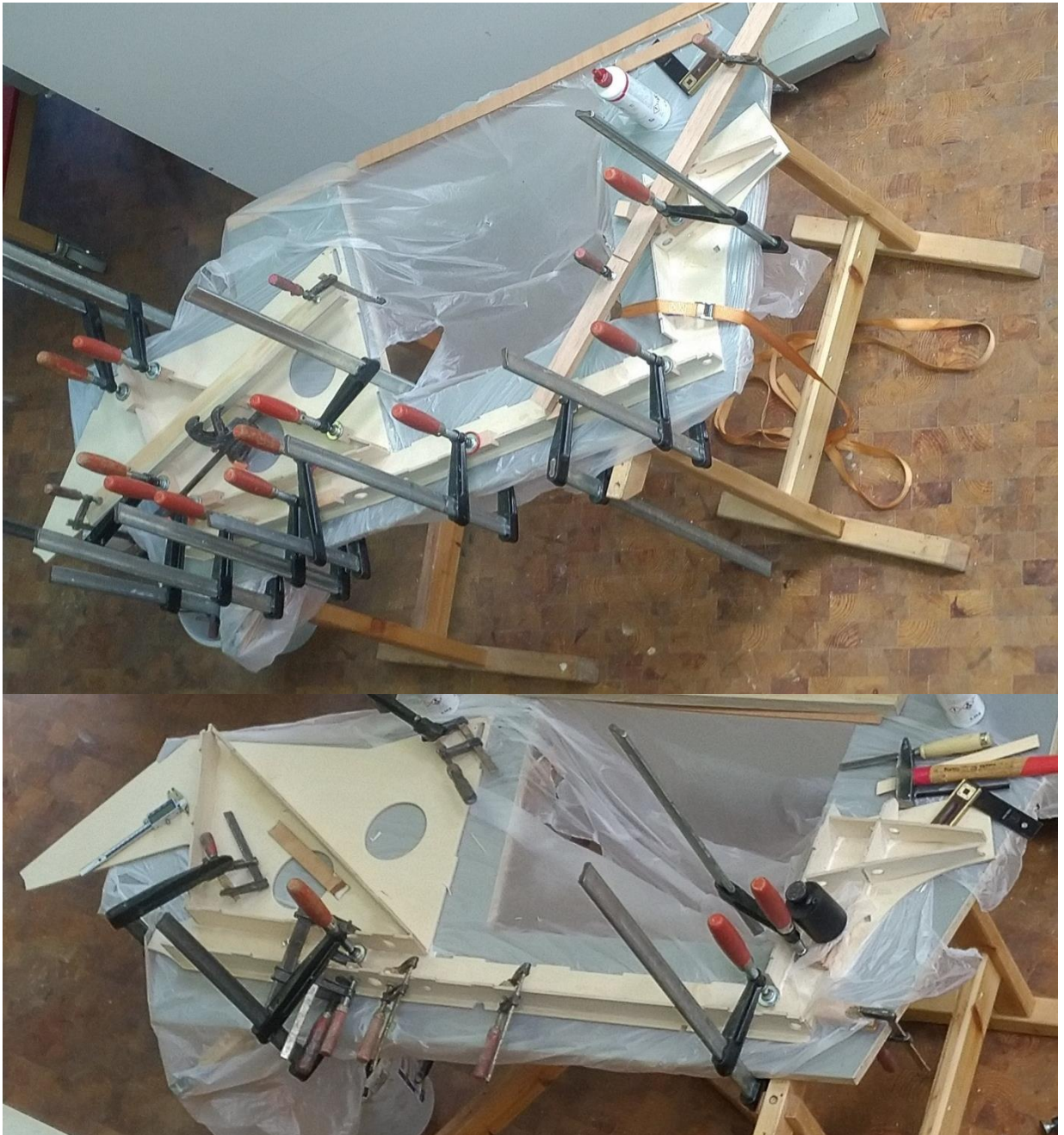
Seitenwände der Kiste



- a Deckel für Steuerkopf (sep. Zuschnitt) mit Dreiecksleisten
- b waagrechte Rippe Steuerkopf
- c schräge Abschlußrippe unten Steuerkopf mit Dreiecksleisten
- d vertikale Rippe Steuerkopf vorne
- e horizontale Querrippe Steuerkopf
- f Deckel Mittelträger (heute zwei Teile) mit Anschlussleisten
- g deckelmittelträger hinten (sep.Zuschnitt)
- h Schutzblech seitlich (soll hinten verdreht werden)
- i innere Rippe Mittelträger
- j Abschlussrippe innen hoch zum Steuerkopf
- k Abdeckung unterer Holm des Mittelträgers (heute nur noch Teil hinten)
- l untere Abdeckung unterer Holm des Mittelträgers (muss hinten gebogen werden, da Knick)
- m Diagonalverrippung unterer Holm (sep. Zuschnitt)
- n Lagerschalen Ständer
- o oberer Lagerblock Lenker (für Gleitlager)
- p Abschlussrippe Mittelträger hinten

Weiter müssen von den Profileleisten Abschnitte abgesägt werden. Das erfolgt am besten auf einer Kappsäge oder Tischkreissäge. Es kann auch händisch abgelängt werden. dann empfiehlt sich eine Japansäge und eine Lade um wirklich senkrechte Schnitte hinzubekommen.

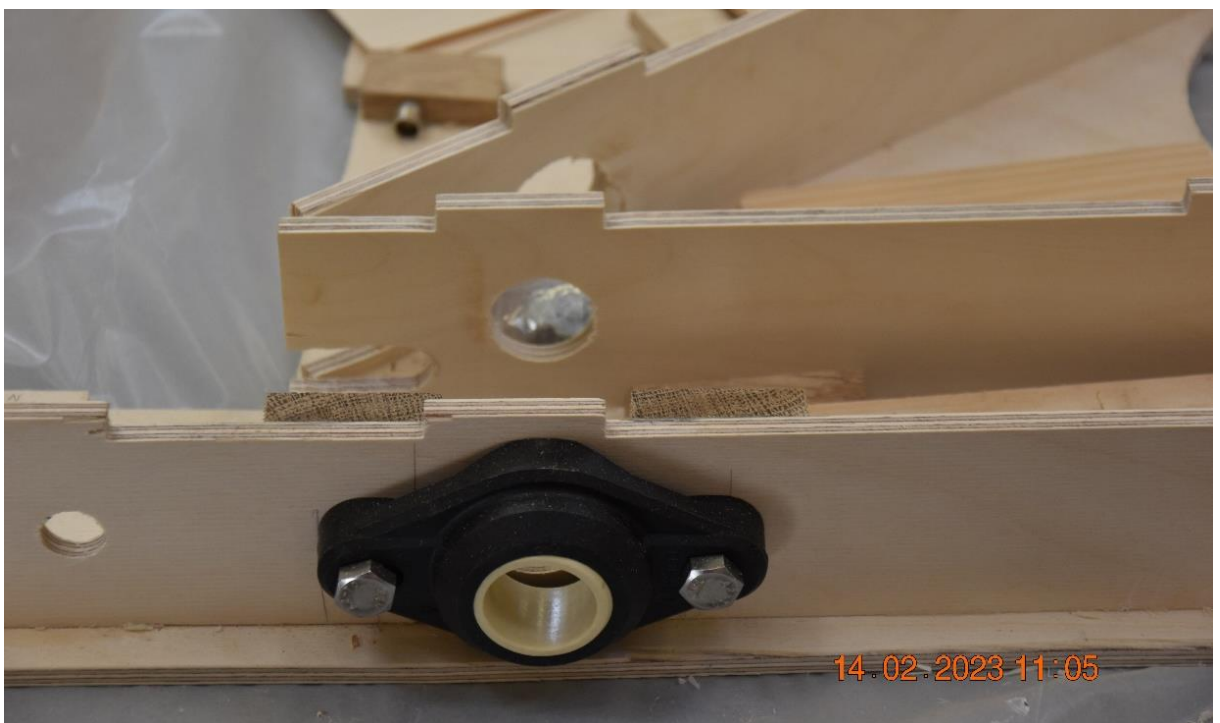




Verklebung der inneren Rippen mit einer Wand des Mittelträgers. Da wir mit D4-Weissleim verklebt haben, mußte die Fuge dicht werden. das bedingt die zu sehende Vielzahl an Schraub- und Leimzwingen. Der Druck kann aber auch aufgebaut werden, indem die teile miteinander verschraubt werden. Auch mit Gurten und Distanzstücken oder mit Gewichten kann der Druck aufgebaut werden. Wird mit Epoxid verklebt, braucht es keine geschlossene Fuge und damit geringeren Druck. Eben bzw. rechtwinklig sollte es aber sein. Die Folie liegt unter, damit es nicht mit der Vorrichtung verklebt.



Man darf auf keine Fall zu früh die andere Seitenwand verkleben. Es müssen jetzt die Verstärkungen für Schraubverbindungen sowie die Fittinge für die Bowdenzüge fixiert werden. Wir haben das wieder mit D4-weissleim gemacht. Es kann aber auch verschraubt und verklebt werden. Wenn man sich unsicher ist, wo die Bowdenzüge enden sollte, kann auch probeweise die andere Wand aufgelegt werden. Sollen die Bowdenzüge im Inneren verlegt werden braucht es je nach Handgröße meist mehr Platz als man denkt. Es sind jetzt auch Löcher zu bohren, damit in Hohlräumen gefangenes Wasser zuverlässig ablaufen kann (min. D = 8mm).



Die Bowdenzugfittings sind schon zu montieren ggf. mit flüssiger Schraubensicherung zu fixieren. Man verbiegt sich die Finger, will man es später machen.

Es bietet sich an, auch schon zu grundieren ggf. eine weitere Schicht aufzutragen. Selbst mit einem Eckenpinsel kommt man später schlecht in alle Ecken.

Die von uns verwendete Grundierung war sehr dünnflüssig. Man mußte daher großzügig von späteren Klebefugen fernbleiben. Auf geöltem Grund haften fast alle Klebstoffe kaum.





Mittelträger komplettiert. Tretlager fehlt noch, es kann also noch nicht die andere Wand aufgesetzt werden. Vorne am Steuerkopf sind noch die später gebogenen Fugen zur Wand offen. Damit das Steuerrohr nachher symmetrisch im Mittelträger sitzt, muß es von beiden Seiten gleichzeitig verklebt werden. Wird mit dünnflüssigem Epoxid verklebt, ist die nachträgliche Füllung der noch offene Fuge kein Problem. Bei Weißleim muss man ggf. die Wand etwas nach außen biegen, um die Klebstoff überall hinzubekommen. Sollen Bowdenzüge oder Schläuche über den Steuerkopf nach vorne in die Vorderradgabel gezogen werden, sollte das in diesem Zustand ausprobiert werden. Ggf. ist schon jetzt eine Zugleine oder ein Draht für den späteren Durchzug einzulegen. Sollte der Mittelträger einseitig oder doppelt diagonal verrippt werden, was aus Steifigkeitsgründen sinnvoll ist, so können die Rippen in diesem Zustand in ein Epoxidbett gesetzt werden. Eine saubere Klebefuge ist kaum möglich. Im Steuerkopf sorgen Dreiecksleisten und mit Epoxid ausgezogene Kehlnähte für eine höhere Festigkeit. Saubere Anpassarbeiten sind unabdingbar.



Das Steuerrohr sollte von einem Massivholzklotz o.dgl. hinterfangen werden. Wir haben Abachi verwendet, weil es einfach zu bearbeiten ist. Wir haben dazu statt einer Raspel eine Powerfeile genommen. Das geht schneller.

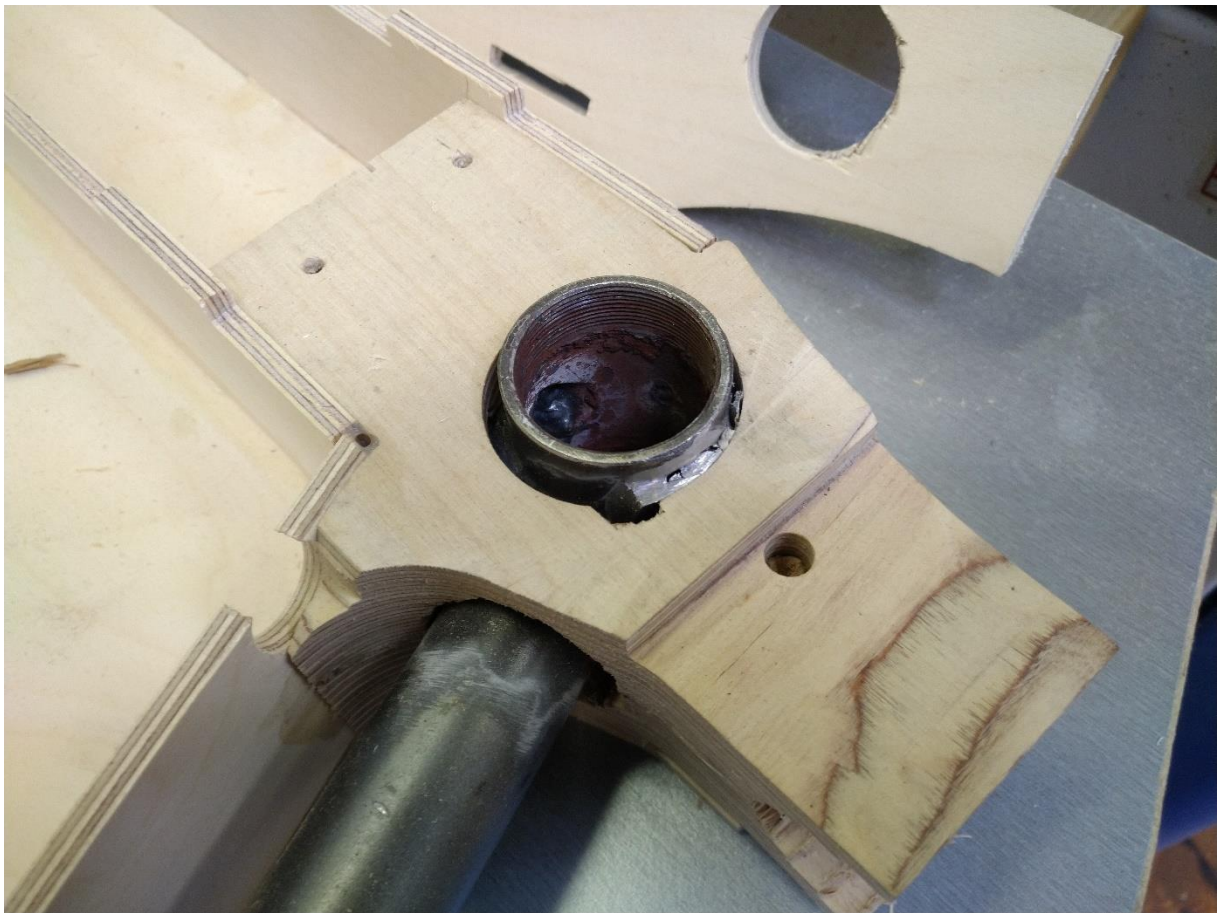


Soll das Steuerrohr mit Laschen durchgeschraubt am Steuerkopf befestigt werden, so müssen eingeleimte Klötze dem Schraubendruck etwas entgegensetzen. Das bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt das Steuerrohr mit den Anschlüssen zum Ausprobieren schon fertig sein muss. Wir haben beim 1. Prototyp noch ein großzügiges Loch gebohrt. Die Idee war mit Monelnieten (oder Edelstahl wegen Festigkeit) und innenliegenden Unterlegscheiben zu vernieten. Es hat prinzipiell funktioniert; hat uns aber drei Nietzangen gekostet. Wir haben später mehr ausgesteift und durchgeschraubt.

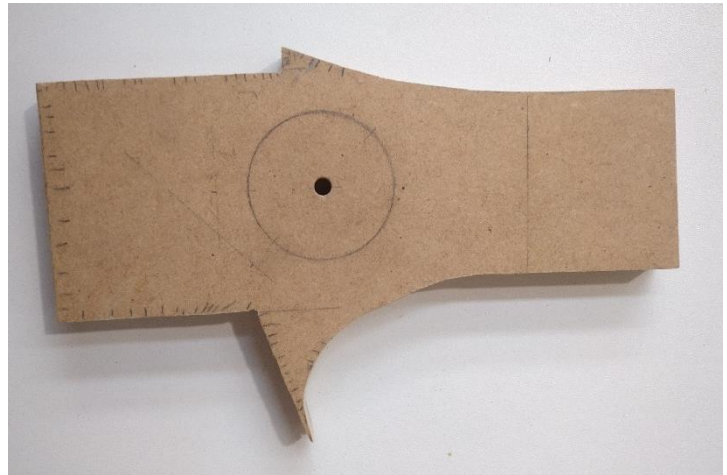


Der Tretlagerblock besteht aus Birke-Multiplex, kann aber auch durch mehrere Lagen des normalen Birkensperrholzes aufgebaut werden. Wir haben den Klotz nach Anzeichnungen auf unserer Tischlerbandsäge ausgeschnitten, später gefräst. Eine Stichsäge für die geschweiften Schnitte geht auch. Dann sollte mehr Aufmaß gelassen werden, da Stichsägeblätter unten gerne verlaufen. Gerade Schnitte sind händisch mit einer Japansäge zu machen. Weiter sind Falze für die unteren Streben einzusägen und mit dem Stecheisen weg zu stemmen. Später wird der ganze Klotz CNC-gefräst. Ein Hauptproblem besteht im Spannen der relativ kleinen Klotzhälften. Bitte vorher nachdenken, wie es am sichersten funktioniert. Auch bei uns ist leider einmal alles durch die Werkstatt geflogen.

Die Bohrungen für die Rahmenteile sind mit Übermaß auszuführen. Das Tretlager dichtet nach außen zu den Sperrholzwänden durch exakt ausgefräste Bohrungen ab. Nachdem alle sonstigen Löcher im Tretlagergehäuse abgeklebt sind, wird es mit relativ dünnflüssigem Epoxid ausgegossen. Es muss mehrfach nachgegossen werden, da es nur langsam in alle Ecken fließt.



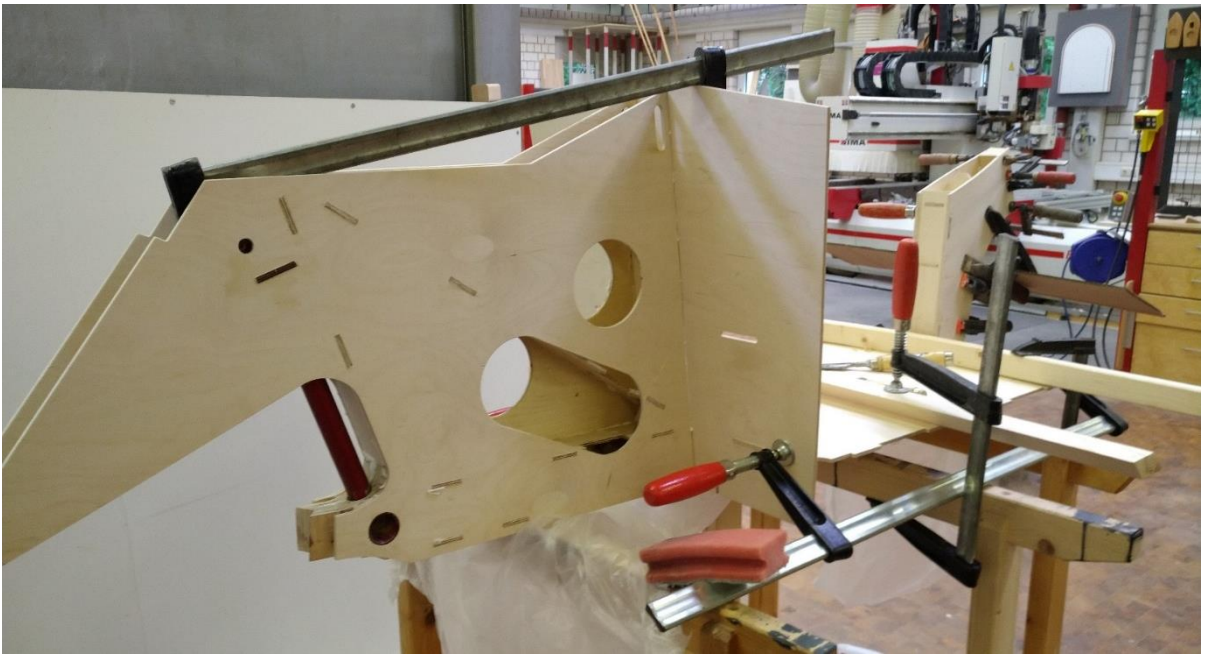
Schablone zum Zuschneiden des Tretlagerblocks. Es kann aber auch sauber angezeichnet werden. Schablonen rentieren sich erst bei mehreren Teilen.



Die andere Seitenwand des Mittelträgers sollte grundiert ggf. mit einer weiteren Schicht versehen werden. Die Stellen, wo später verklebt wird, müssen ölfrei bleiben. Man sieht, der Steuerkopf wurde wegen der vielen Rippen komplett ausgeklammert und nicht grundiert. Durch die Wasserabläflöcher kann später z.B. mit einer Spritze Öl eingespritzt werden und durch Schütteln verteilt werden. Ursprünglich wollten wir fluten, haben uns aber wegen der Ölmenge und Verlusten dagegen entschieden. Ist ggf. eine Schwachstelle und muss bzgl. Modern / Rotten beobachtet werden.



Die fehlende Seitenwand des Mittelträgers wird mit D4-Weissliem verklebt. Hier zu sehen ist der Einsatz von 1K-PU-Prepolymer. Wegen des Tropfens / Schäumens hat sich das aber nicht bewährt. Das Tretlagergehäuse und das Sattelrohr werden unverklebt eingelegt und später ausgegossen.



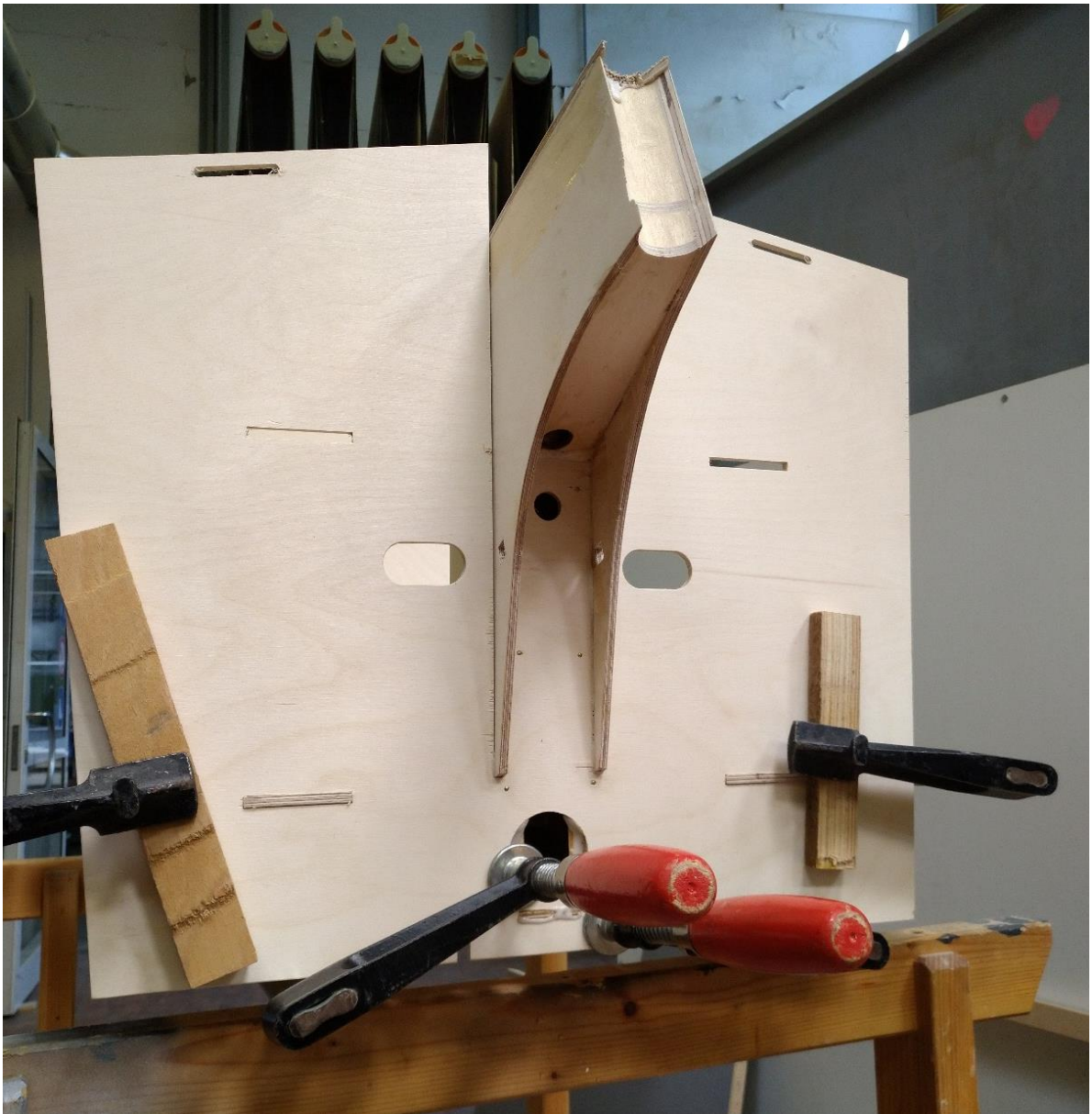
Rückwand und Boden werden mit dem Mittelträger verklebt. Die D4-Weißleim-Fugen sind jeweils mit klarem Wasser und einem Schwamm sauber zu putzen, sodass außen kein Weissleim mehr zu sehen ist. Es bietet sich an, die sichtbaren Fugen mit Epoxid-Klebenähten auszuziehen. Reste von Weissleim verhindern oder schwächen die gewünschte Verbindung zwischen Sperrholz und gefüllertem Epoxid.

Wir haben Rückwand und Boden in einem Arbeitsschritt verklebt, weil wir ausreichen viele und lange Schraubzwingen hatten. Da geht natürlich auch schrittweise. Wir wollen aus optischen Gründen auch keine Schraubenköpfe und haben nur verklebt. Wie schon ausgeführt vereinfacht das Setzen von Schrauben in den Fugen das Aufbringen des Fügedruckes erheblich.



Der Steuerkopf wird zusammengezogen und verklebt. Dazu muss klar sein, wie das Steuerrohr und die Anbauteile aussehen. Jenach Klebstoff und dessen Festigkeit machen Schrauben sinn, die die erheblichen Rückstellkräfte zur Deformierung des Sperrholzes auffangen.

Wir haben alle Steuerrohre in ein Epoxibett gesetzt. Ausquellender Weissleim musste also entfernt werden. Im Vorliegenden Fall wurde dann auch noch ein Furnierblatt im das Steuerrohr gezogen und mit Epoxid verklebt. Sauberkeit aller Flächen war also essentiell. Es wurde deshalb schon geschliffen.



Der Steuerkopf nach der Verklebung. Die konkrete Befestigung der Stahlteile wurde nachträglich Powerfeile, Multimaster und Stecheisen herausgearbeitet. Auch wurden die Löcher für die Gewindestangen später mit langen Holzbohrern gebohrt. Das hätte man bestimmt auch zeitlich anders aufteilen können.

Zu sehen ist auch ein großes Montageloch im Mittelträger unten ganz vorne. Dieser Typ wurde mit einer Hydraulik-Scheibenbremse vorne ausgestattet. Die relative Steife Hydraulikleitung konnte so ganz gut von vorne kommend um die Kurve und in den mit einer Diagonalrippe verstärkten Träger eingefädelt werden.



Die obere Abdeckungen des Mittelträgers werden mit den Eckleisten verklebt, ebenso die Seitenwände der Kiste. Auch das Ausmalen des Logos geht besser im unverklebten ebenen Zustand.

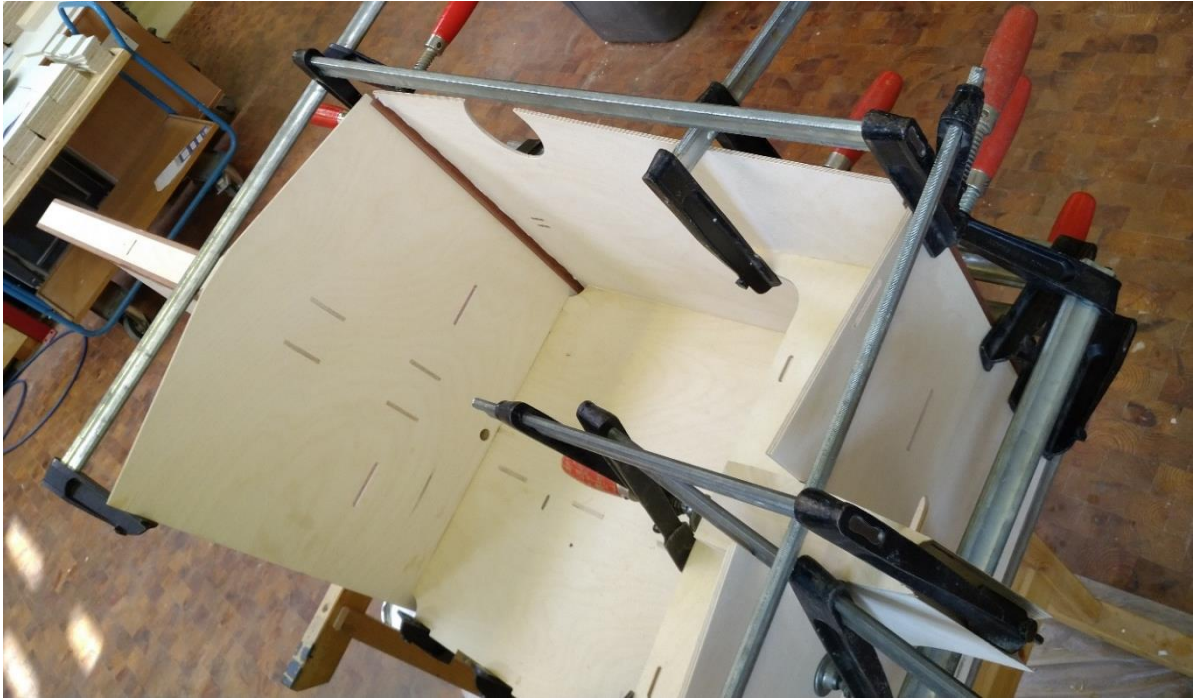
Die Leisten der Kiste müssen oben um das Maß der Randleiste zurückversetzt werden. Geometrisch exakt lassen sich Stoßbedingungen in den oberen ecken der Kiste kaum schneiden. Wir hatten im Projekt eine aushärtende Knetmasse (Fimo professional) besorgt, damit man die Ecken mit einer gekneteten, ausgehärteten und geschliffenen Kugell kaschieren hätte können. Kener der Studierenden hat sich für diese Lösung entschieden. Es wurde irgendwie beigeschliffen.

Unten können die Randleisten überstehen. Der Überstand lässt sich einfach mit einer Handsäge absägen.

Wir haben alle Eckleisten aus Sipo-Mahagoni ausgehobelt. Hartholz hat den Vorteil, das die Ecken nicht so schnell unansehlich werden. Es ist aber auch denkbar, diese Leisten aus heimischen Harthölzern (keine Buche, da kaum standfest gegen Wasser) oder Nadelhölzern zu machen.



Die oberen Abdeckungen des Mittelträgers werden verklebt. Dazu muss die Gehrung sauber z.B. mit einer Japansäge gesägt werden und die Bohrung für das Sattelrohr oder die Sattelstange gebohrt und nachgearbeitet sein.



Verklebung der Seitenwände der Kiste. Wie schon ausgeführt, kann auch verschraubt werden. Wir haben nur ganz oben kleine Schrauben gesetzt, falls jemand mal mit aller Wucht in die Ecke fällt. Dann soll die Seitenwand nicht gleich abreißen.





Die Verrippung unter dem Kistenboden wird eigelebt. Wwegen der Abfluflöcher in den Ecken mit den Eckleisten kann die Rippe nicht direkt im Zwickel ansetzen. Anpassarbeiten mit Stecheisen und / oder Schleifklotz sind notwendig. Günstig ist es, wenn die Rippe leicht klemmt, dann kann sie ohne Zwingen mit Epoxid eingesetzt werden. Später können die Kehlnähte nachgezogen werden.

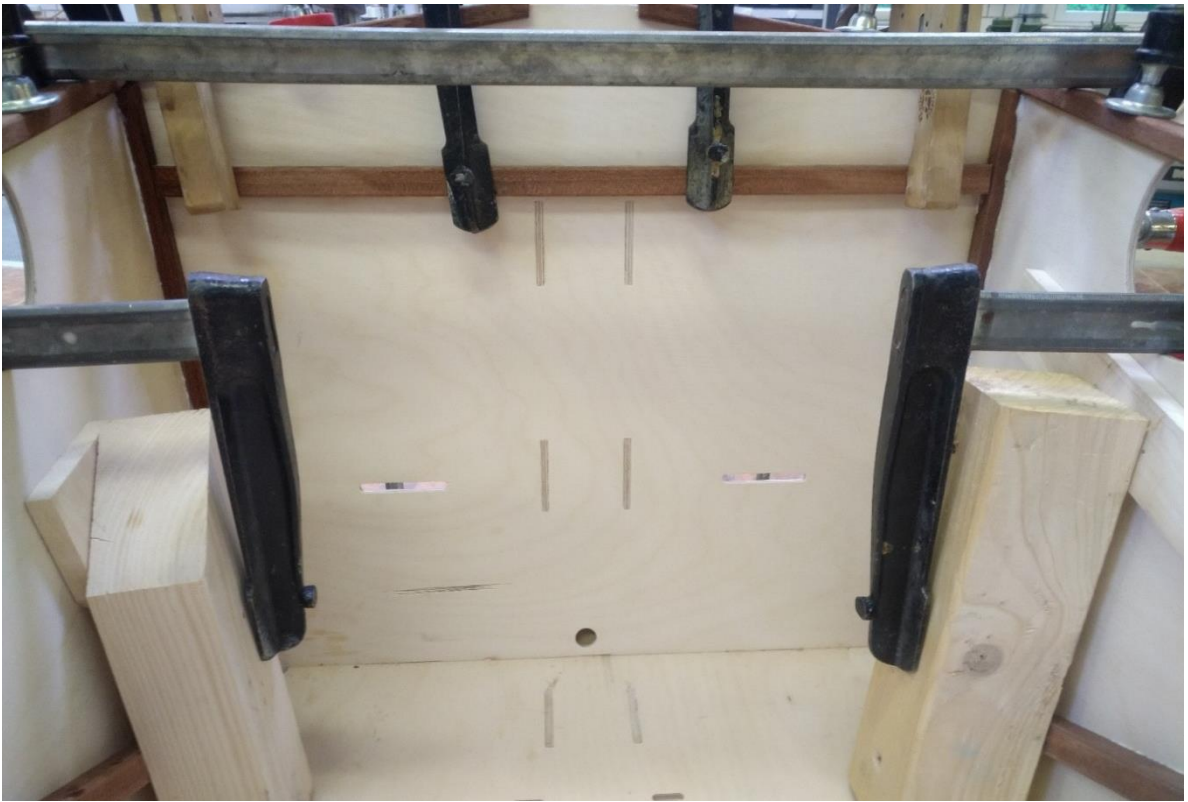
Die Aussparungen für den Ständer und die Lenkungsteile sollten vorher überprüft und ggf. nachgearbeitet werden.



Die Randleiste der Kiste wird angepasst. Die Gehrungen sind höllisch, da mehrfach schräg. Die Übergänge sind irgendetwas zu gestalten.

Beim gezeigten Typ mit 20" Vorderrad muß noch entschieden werden, wie die vordere Randleiste verlaufen soll, mit Spitze oder rund. Hier wurde die Randleiste gedämpft und vorgebogen. Dann wurde die Lücke zum Lenkkopf durch einen separaten Zuschnitt geschlossen. Zum besseren Formschluss wurden die vertikalen Anschlüsse beidseitig gefast, so dass das Stückchen Sperrholz nicht herausfallen kann. Am Schluss wurde alles verklebt.





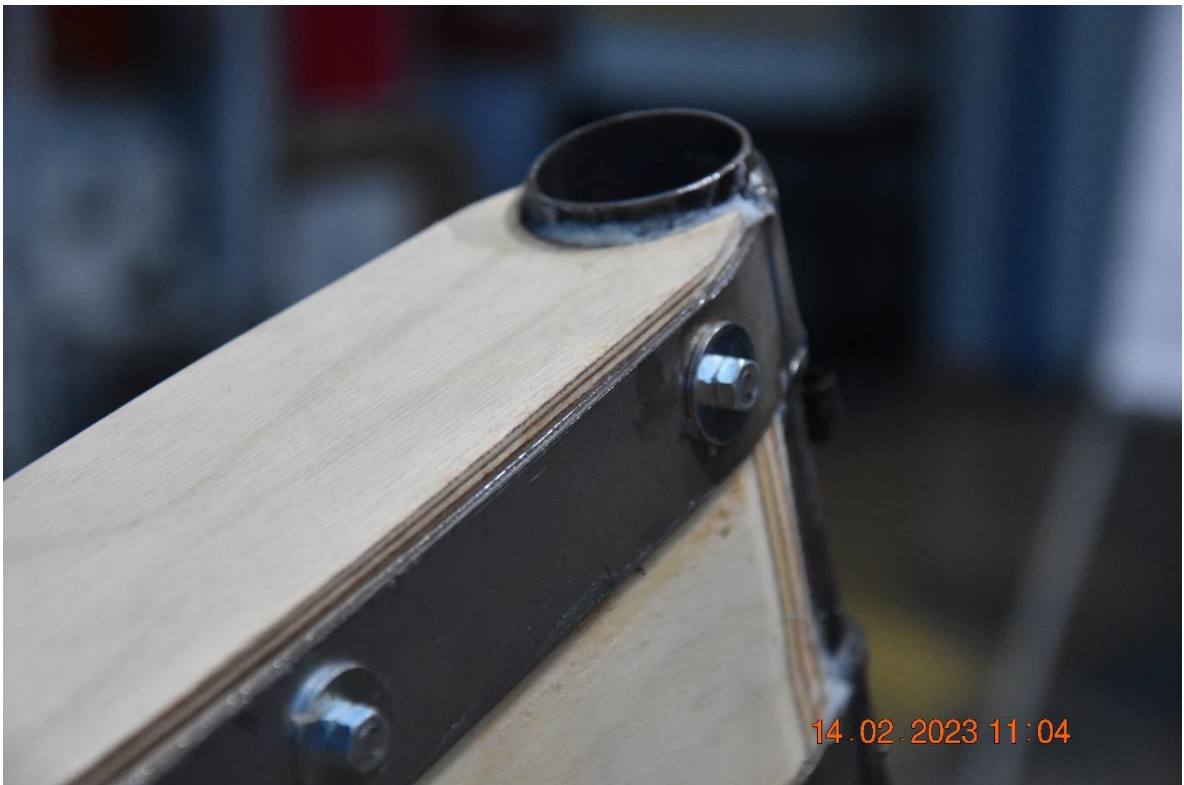
Die Leisten in der Kiste werden angepasst und verklebt. Die hinten querlaufende Leiste soll später mit Schrauben mit den Diagonalstreben zum Ausfallende hin verbunden werden. Auch lassen sich in diese Aufnahmen für Gurte einarbeiten.

Ausziehen der Kehlnähte mit gefülltem Epoxid. Das Epoxid wird zunächst stöchiometrisch angemischt. Mit Tixotropiemittel wird die Fließfähigkeit etwas reduziert. Je nachdem ob die Nähte weiß oder braun sein sollen, werden Microsheres oder Mikroballons zugemischt. Mit Baumwollflocken lässt sich preiswert die Konsistenz erhöhen. Baumwollflocken verschlechtern aber die Fähigkeit der Masse glatt ausgezogen zu werden. Dann wird abwechselnd Tixotropiemittel und Füllstoff hinzugegeben, bis die Viskosität stimmt. Es sollte etwas flüssiger als Knetteig sein (Hundekot). Durch die Aushärtung wird die Masse später wärmer und flüssiger. Sie muß daher etwas steifer sein, als man eigentlich will. Sonst verlaufen die Kehlnähte beim Aushärten. Abstreifer sind einfacher anzuwenden als das Abkleben und Ausziehen mit Spatel.



Einsetzen des Steuerrohres
in eine angedicktes,
gefüllertes Epoxibett und
Verschraubung.

Epoxid ist ausgehärtet
schlecht zu schleifen. Es
sollte sauber gearbeitet
werden. Metallteile müssen
blank und etwas rauh sein
und weiter mit z.B. Aceton
(Handschuhe!
Arbeitsschutz!) entfettet
werden, sonst haftet der
Epxoid schlecht





Andere Lösung für die Anbindung



Biegen der Sattelstrebe und der Diagonalstrebe.

Wir haben Sipoleisten und Fichtenleisten gebogen. Erstere ließen sich sehr schlecht biegen und neigen zum Reißen. Esche und Buche lassen sich gut biegen, scheiden aber wegen schlechter Bewitterungsfähigkeit eher aus. Es läuft auf einen Kompromiss raus.

Dämpfen kann man nicht lange genug (3-5 h). Es sollte Sattedampf angestrebt werden, also über kochendem Wasser sonst ist der Dampf zu trocken. Wir haben ohne spezielle Vorrichtung gebogen. D.h. beim Biegen wird auch Zug aufgebracht und es können Risse entstehen. Wenn richtig gedämpft wurde, bringt die Leiste nicht viel Widerstand gegen die Biegekräfte auf. Es muss allerdings schnell gehen. Durch das freie Biegen muss etwas überbogen werden, da auch elastische Biegeanteile da sind. Die gebogene Leiste muss dann im fixierten Zustand auskühlen und trocknen (min 24h besser 48 h).



Biegen und Verklebung der Diagonalstrebe



Aufbiegen des Sperrholzes und Verklebung mit der gebogenen Sattelstrebe.

Sperrholz kann in Grenzen umgeformt werden, wenn es feucht und heiß ist. Wir haben über 1,5 h die aufzubiegenden Sperrholzteile mit kochendem Wasser übergossen und dann mit einem innenliegenden Klemmblock immer weiter aufgebogen. Trotz langer Rückkühlung und Trocknung hatten wir danach immer noch mit viskoelastischer Rückstellung zu kämpfen. Der Hinterbau steht bei unseren Rädern etwas unter Spannung, weil wir die Achslänge nicht ganz realisieren konnten. Zum Einsetzen des Hinterrades muss also händisch etwas aufgebogen werden. Will man das vermeiden, so müssten die Sperrholzdreiecke im Knick genutet werden und diese Nut nach Umformung gefüllt und mit Glasfaser überlaminiert werden. Wegen der unzureichenden Umformung brauchen wir auch so viele Schraubzwingen, wie auf dem Bild ersichtlich.

Die unteren Streben (z.B. Kettenstrebe) haben wir aus Formlagenholz laminiert und passend gefräst. Dazu wurde eine Vorrichtung zum Verpressen mit Schraubzwingen gebaut und Starkfurniere mit D4-Weissleim verklebt.

Die Streben können auch gerade ausgeführt werden. Der Platz ist bei normaler Bereifung ausreichend. Die notwendigen Dimensionen – die Strebe ist hochbelastet – können durch Doppelung von 6 mm Birkensperrholz erreicht werden. Die Beanspruchung ist bei gerade Strebe günstiger, da weniger Biegung.



Da die Strebe am realtiven steifen Tretlagerblock anschließ muss sie hier angepasst und am besten mit Epoxid verklebt werden. Spalte sollten mit Furnierstreifen geschlossen werden. Anschließend verputzen.



Die Ausfallenden aus 5 mm AlMg3Si0,5 haben wir sowohl mit Stichsäge, Flex und Feile und später mit CNC-Fräsen gefertigt. Wir hatten uns für die händische Herstellung eine Schablone CNC-gefräst.

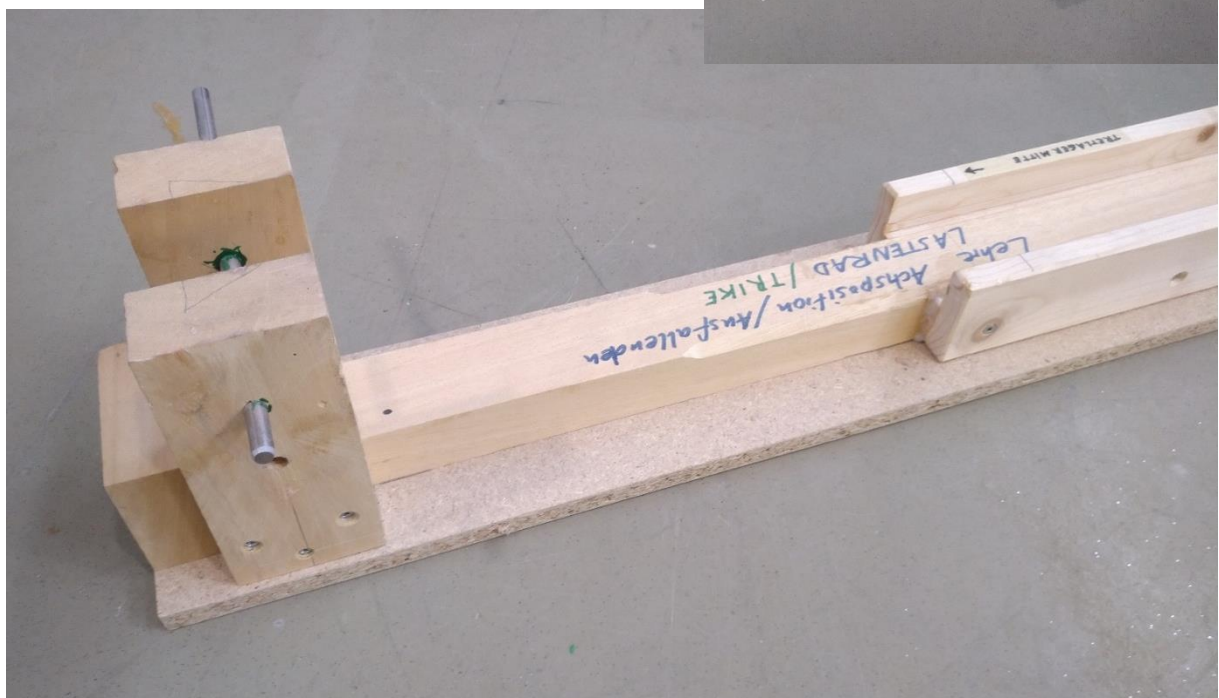
Die Befestigung haben die Teilnehmer unterschiedlich gelöst (M5-Senkschrauben und Gewinde im Ausfallende; wie auf dem Bild zu sehen, oder ähnlich ohne Senkköpfe).

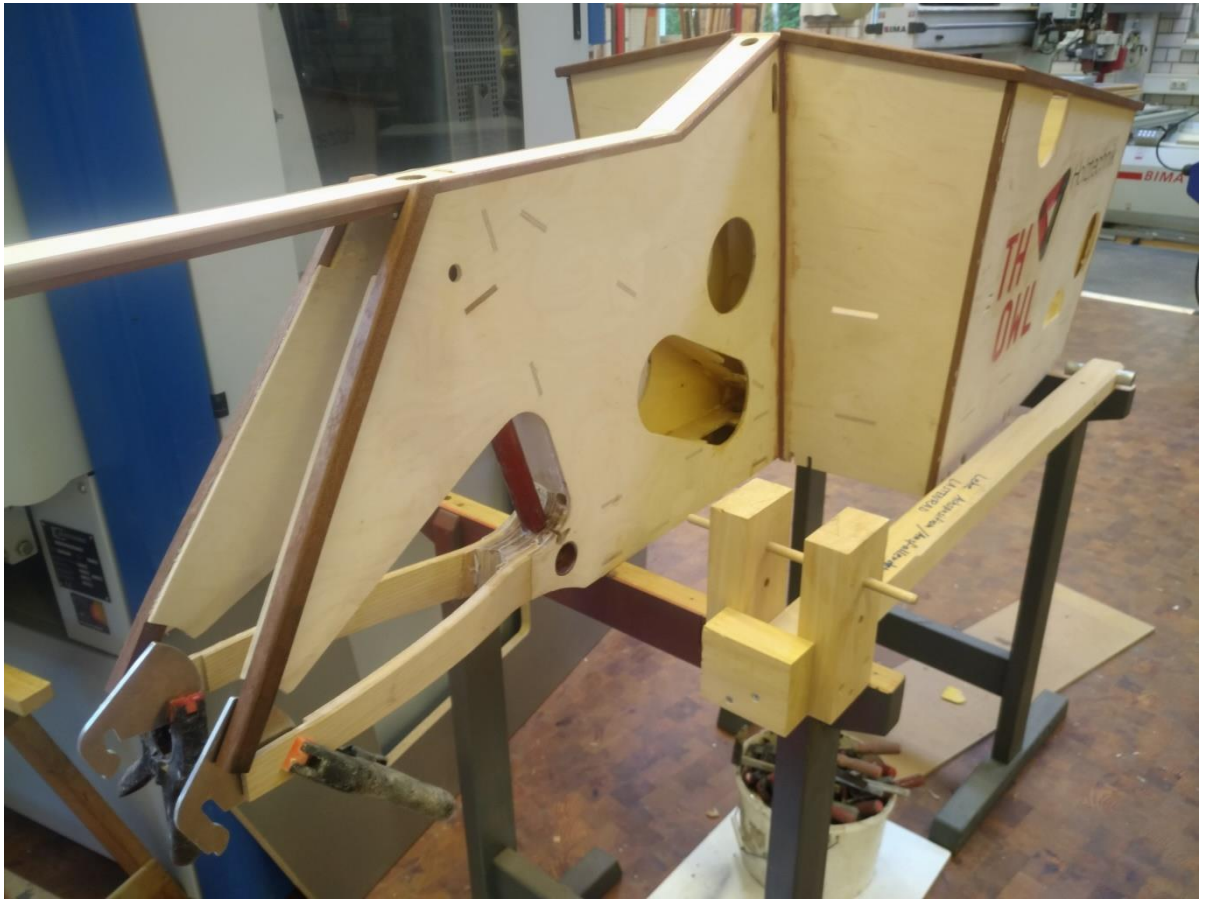


Die Streben sollten auch formschlüssig ineinander greifen. Die Verklebung der Streben untereinander brachte wegen der kleinen Klebefuge keinen Vorteil.

Die Achsaufnahme muss mit dem Ausfallende sauber positioniert werden, damit das Rad parallel zum Rahmen läuft. Wir haben mit einer Vorrichtung gearbeitet. Ein entsprechender Balken tut es auch. Wir haben die Ausfallenden mit Zwingen an der Vorrichtung fixiert, damit sie sich beim Verkleben nicht verschieben.

Das abgebildete Photo zeigt die Vorrichtung für das Lastentrike. Die Vorrichtung für das Longjohn war kürzer und ging nur bis zur Aufnahme des Ständers, da hier ein definiertes Maß abgegriffen werden konnte.





Ausgießen des Sattelrohres und des
Tretlagergehäuses.

Das Ausgießne wurde schon
beschrieben. Die Position des
Sattelrohres wird lateral nicht durch
die Bohrungen in den Seitenwänden
des Mittelträgers festgelegt. Das
Sattelrohr verläuft parallel zur
hinteren Ausschlurippe des
Mittelträgers. Oben haben wir Klötze
zur Abdeckung eingeleimt (hier mit
1K-PU), um die Kräfte aus dem Sattel
abzufangen.

Bei der gezeigten Version, ist die
Verstellung der Sattelstange verdeckt.
Das hat nur optische Gründe.



Die Lenkstange ist aus Kostengründen oben in einer Bronzebuchse mit PTFE-Beschichtung ausgeführt. Ein Stellring liefert den Anschlagbund. Unten ist die Lenkstange in einer Flanschlagereinheit mit Kunststoffgleitlager geführt. Auch hier kommt der



Bund aber auch der notwendige Abstand zum Hebel durch einen Stellring.

Das obere Lager lässt sich durch eine konventionelle Lenkkopflagerung ersetzen. Unten ist das wegen des Abgangswinkel schwieriger.



Das preiswerteste ist die Ausführung der Longjohn-Lenkung als Doppelseilzuglenkung mit Schwenkhebeln. Bis 30° Lenkeinschlag ist keine Lose zu spüren. Das konnte auch graphisch nachgewiesen werden. Danach kommt Lose ins System. Der Lenkeinschlag ist aber erfreulich groß, so dass fast auf der Stelle gedreht werden kann. Der Seilzug wurde mit einem Konstriktorknoten direkt an den Federgabelbeinen befestigt und dann mit exakt dem identischen Abstand wie beim Abgang in die Bowdenzugaufnahme geführt. Wenige 1/10 mm führen hier dazu, dass schneller lose ins System kommt.





Einige Exemplare wurden im Projekt mit einer Achsschenkellenkung ausgeführt. Wie gezeigt greift der Achsschenkel an den Aufnahmen für die V-Brake und einem Low-Rider-Gepäckträger an. Der Achsschenkel ist eine Alu-Schweißkonstruktion, ist aber auch anders denkbar. Die Lenkschubstange gleitet auf einem mit einer Folie beschichtetem Holzträger. Ohne die Beschichtung war die Lenkung zu laut.



Durch die Weiterverwendung des Sattelrohres kann der vordere Umwerfer einfach weiterverwendet werden. Problematisch ist es, wenn der Zug beim ausgeschlachteten Fahrrad um das Tretlagergehäuse geführt war, folglich von unten kam.

Prinziell scheint eine Führung des Zugs von unten möglich. Wir haben damit allerdings keine Erfahrung gemacht. Teilnehmer mit Zugführung von unten haben i.d.R. eine Nietmutter in das Sattelrohr gesetzt und eine Bowdenzugführung mit starker Krümmung oberhalb des Tretlagerblocks realisiert. Diese Lösungen schalten jedoch nicht optimal.





Die hintere Bremse wurde von uns als V-Brake ausgelegt. Wir haben keinen Brmessattel für Scheibenbremsen vorgesehen und können nicht über eine etwaige Anbindung an den Rahmen sagen. V-Brakes oder Cantilever-Bremsen sind grenzwertig und brauchen vorne auf jeden Fall dann eine Scheibenbremse, um auf die nötigen verzögerungen zu kommen. V-Brakes und Cantilever biegen durch die Brmeskräfte den Holzrahmen auf. Es braucht auf jeden fall einen Brmes-Booster. Dieser kann ja z.B. gleichzeitig schon das Rahmenschloss beinhalten. Die Drehpunkte fr die Hebel sind 80 mm von einander entfernt und liegen damit nicht auf der Sattelstrebe. Es braucht eine Schweißkonstruktion aus Blech oder besser aus L-Stahl, um die Punkte Richtung Mitte zu verschieben und an den Rahmen anzubinden.



Beim Ständer ist von uns lediglich der Drehpunkt und die $D = 25$ mm Lagerschalen vorgesehen. Die Teilnehmer haben sich verschiedene Lösungen ausgedacht. Allen gemeinsam ist die Über-Totpunkt-Gummistrippe, die den Ständer in der oberen Position hält. Das Drehmoment des über-Totpunkt gekippten Ständers auf der Unterseite des Mittelträgers mit einem kleinen am Rohr fixierten Hebel aufzufangen hat beim ersten Prototyp nicht funktioniert. Da die Fahrer sich alle auch bei ausgeklappten Ständer auf den Sattel gesetzt haben (vorhersehbarer Abusus) hat sich die Aluminiumkonstruktion regelmäßig verbogen. Die weiteren Ständer wurden aus 25CrMo4 Rohr und anderen Drehmomentstützen ausgestattet.



Upcycling + Holz = Dein nachhaltiges Lastenrad

Ergänzende Ausführungen der Bauanleitung bzgl. Lastentrike



Das Lastentrike ist eine Variantenkonstruktion, die aus dem Lohnjohn 26“VR hervorgegangen ist. Der Aufbau ist prinzipiell ähnlich. Der Hinterbau ist nahezu identisch. Es wurden bei Bau aus Zeitgründen deutlich weniger Aufnahmen gemacht, so dass der Bau leider schlechter dokumentiert ist.

Der Bau ist durch die Verschachtelung der Rippen in der Box etwas anspruchsvoller als das Longjohn. Es ist einfacher zu fahren als ein beladenes Longjohn, aber auch mühsamer, da drei Spuren Schlaglöcher mitnehmen können.

Beim Kompromiss zwischen Lenkeinschlagwinkel und der Gefahr eines Nose-Wheelies bzw. des seitlichen Umkippens haben wir uns für einen Vorlauf der Vorderräder entschieden. Da bedeutet, dass das Lenkverhalten indifferent bis instabil ist. Der Lenker muss also immer festgehalten werden (Prinzip Gabelstaplerlenkung). Durch den geringen Vorlauf ist es erträglich aber gewöhnungsbedürftig.

Das Lastentrike ist für den Transport von bis zu 110kg schweren Personen in der Box ausgelegt. Es sind vorne Stützen angebracht, die das Umkippen beim Übersetzen oder Einsteigen verhindern. Die rechte Stütze kann von hinten ausgelöst bzw. festgesetzt werden, so dass der Fahrer zunächst nicht absteigen muß. Die Stütze stabilisieren auch die Seitenwand, so dass sie derjenige, der sich vom Rollstuhl z.B. umsetzen will, an den Wänden festhalten kann. Die Aluprofile sind aus dem Baumarkt und passen ineinander.



Der Träger für den Lenkschemel wurde aus Festigkeits- und Deformationsgründen auf der ganzen Länge mit zwei lagen ca. $110\text{g}/\text{m}^2$ CFK verstärkt. Der Anschluß an den Hinterbau wurde zusätzlich mit 2-3 Lagen $110\text{g}/\text{m}^2$ CFK überzogen und angeschliffen. Um einfacher zu arbeiten und keine Ansatzpunkte zur delamination zu bieten wurde mit einem Strumpf gearbeitet, dessen Faserrichtung wegen der dominanten Torsion nach Glattziehen bei 45° lag. Das Gewebe wurde ohne Abreißgewebe durchtränkt und sukzessive mit schmaler Stretchfolie umwickelt. An Ende ausquellendes material wurde entfernt. Zusätzlich wurde der viereckige Träger noch mit ebenen Platten unter Druck gesetzt und wieder ausquellendes material entfernt. Das Ergebnis ist basenfrei. Der Kohlefaseranteil scheint bei min. 50% zu liegen. Die Anforderungen wurden erfüllt.







Da die lenkbare Box ähnlich wie die Kiste aufgebaut ist, sind die Arbeitsschritte identisch. Wegen der Vielzahl der Zapfen ist gerade das Aufsetzen des Unterbodens nicht einfach. Die Rippen müssen in Position gedrückt werden. es braucht mehrere Hände.



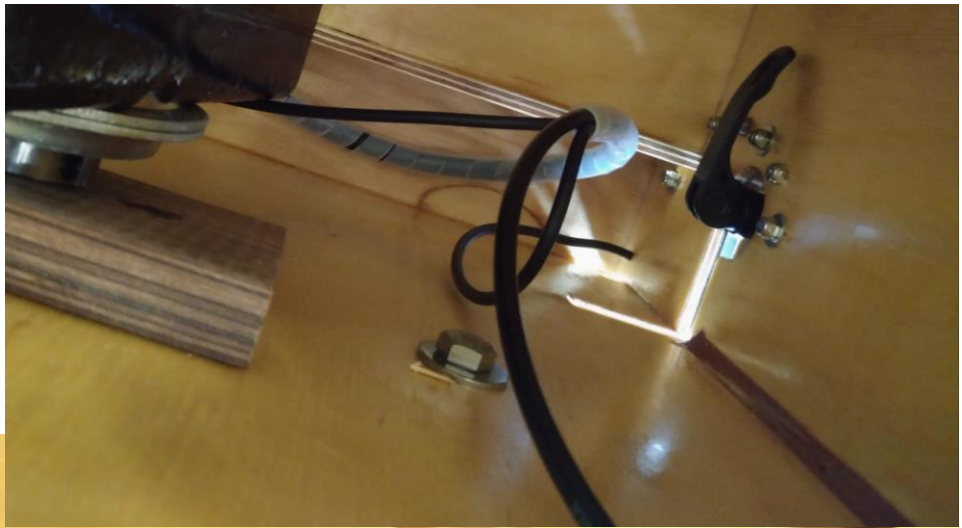
Unser Ansinnen war wieder, möglichst wenig sichtbare Schrauben zu verwenden und die Fugen zunächst mit d4-Weissleim zu verkleben. Das Ansetzen der Zwingen gestaltete sich daher schwieriger als bei der Longjohnkiste. Alle Nähte wurden nach mit Epoxid ausgezogen. Die Box wurde nur berechnet. Es wurden keine Prüfungen nach DIN EN 79010 durchgeführt.

Die Box wird beidseitig durch Hydraulikfelgenbremsen verzögert. Dazu wurden Aufnahmen aus Stahl geschweißt, die an eingeleimten Verstärkungsleisten angeschraubt sind. Die Bremse stützt sich weiter an Stahlblechen ab, die auch an diesen Leisten fixiert sind. Obwohl die Bremse den Rahmen leicht aufdrückt haben wir bislang auf Brems-Booster verzichtet.

Die Geometrie ist komplex und Standard-Booster sind nicht montierbar. Die beiliegendes Booster des Herstellers funktionieren bei unserer Konfiguration nicht. Die Verzögerung ist ausreichend, könnte besser sein.



Die Hydraulikleitungen beider Vorderradbremzen werden über ein t-Stück zusammengeführt und auf einen Tandem-Bremsgeber geführt. Der Volumenstrom könnte hier größer sein. Die Hydraulikleitungen und die Leitungen für das Licht sind mit Kabelschutz umwickelt und werden in einem Bogen vorne in den offen Träger geführt. Wegen der verwendeten Flanschlager, deren Buchsen mit Gewindestiften und einer Distanzplatte auf der Achse positioniert und fixiert werden, ist der Raum zur Montage und Bewegung der Kabel üppig.





Die Lenkachse ist in der Box fixiert, wird zusätzlich zum Sperrholz oben durch eine CFK-Platte und unten durch ein abgekantetes Blech gehalten. Am Blech greift auch die Lenkschubstange an. Die Lenkstange ist wie beim Longjohn ausgeführt, allerdings in jedem Fall aus 25CrMo4 Rohr mit unten S235JR Lenkhebel. Die Achse hat oben einen Bund und ist unten zusätzlich durch eine Lasche am Herausfallen gehindert.



Da es sich bei unserem Lastenriker um ein E-Rad mit Hinterradantrieb handelt, musste der Controller einigermaßen wettergeschützt untergebracht werden. Dies erfolgte im Mittelträger. Teilweise mussten die Kabel des Kabelbauemes verlängert werden. Die Montagesituation war mit normal großen Fingern grenzwertig. Teilweise wurde zusätzliche Löcher gebohrt um besser Zugangsmöglichkeiten zu haben. Ein Endoskop leistete gute Dienste, insbesondere bei den Bowdenzügen. Diese waren wegen der zusätzlichen Kabel kaum noch einzuführen. Am Ende hat doch alles geklappt.

Da bei Montage eines E-Motors eine CE-Kennzeichnung aus unserer Perspektive notwendig wäre. Möchten wir nicht näher auf Details eingehen. Diese Ausstattung liegt erst recht in der Verantwortung derjenigen, die unseren Weg als Vorlage für ihren eigenen Weg zu ihrem Lastenrad nehmen.