

Baukran

Untendreher



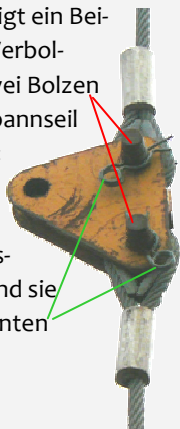
Der Untendreher ist der typische Baukran auf Baustellen von Einfamilienhäusern und anderen kleineren Gebäuden. Er ist unkompliziert aufzubauen, wird meist mit Hilfe einer Fernsteuerung bedient und ist ein zuverlässiges Arbeitsgerät.

Diese Anleitung beschreibt den Bau eines Modells eines solchen Untendrehers. Das Modell ist in seinen Grundfunktionen echten Kränen nachempfunden: es ist stabil, kippsicher, transportabel und drehbar. Die Anleitung beschreibt dabei den kompletten Bau des Grundgerüsts des Krans ("Rohkran"). Zum Funktionieren des Krans fehlen dann nur noch die Seilführungen, die Laufkatze und einige weitere Teile. Ihr könnt am Ende dieser Anleitung also selbst überlegen, wie ihr den Kran zum Leben erweckt - genau wie es ein Ingenieur oder Konstrukteur bei einem der großen Baumaschinenhersteller machen würde.

Verbolzung

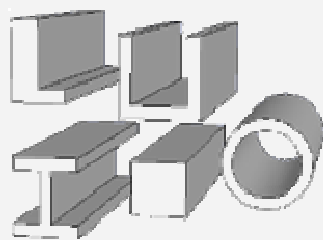
Verbolzung ist eine Verbindungstechnik. Zwei Teile, die verbolzt werden sollen, haben jeweils an der richtigen Stelle ein Loch, durch das eine Querstange geschoben wird. Diese Stange nennt man dann Bolzen.

Das Foto zeigt ein Beispiel einer Verbolzung mit zwei Bolzen an einem Spannseil eines Krans: Damit die Bolzen nicht herausrutschen, sind sie hier mit Splinten gesichert.



T-Profil

Als T-Profil bezeichnet man Teile, die im Querschnitt die Form des Buchstabens T haben. Es gibt auch L-Profile und U-Profile.

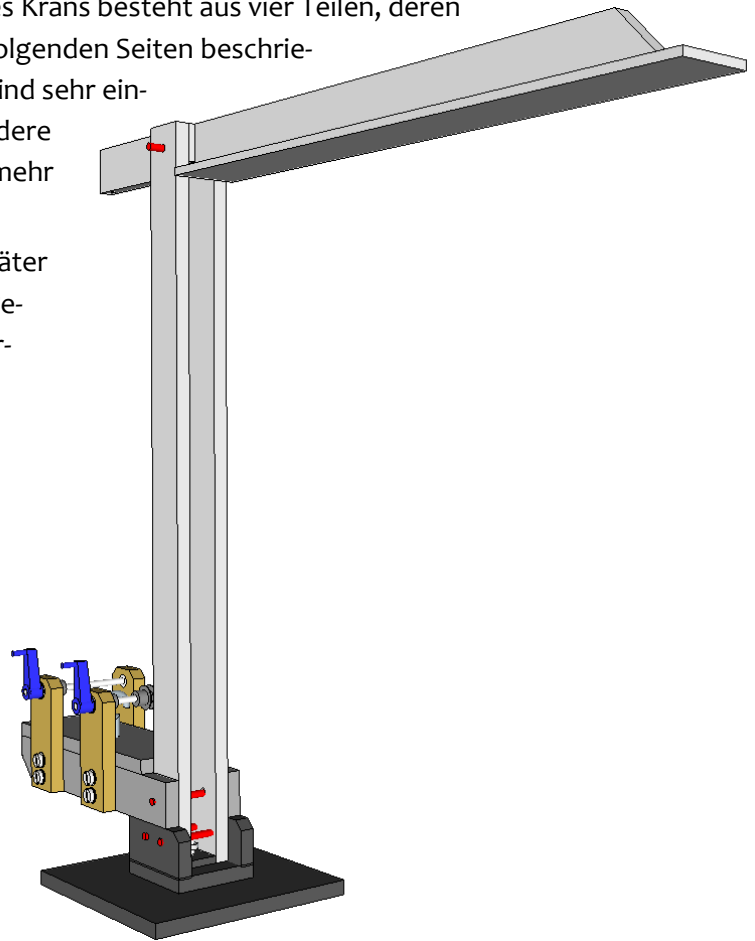


Eigentlich gäbe es auch H-Profile und O-Profile. H-Profile werden aber üblicherweise als Doppel-T-Profile bezeichnet und O-Profile als Rundstangen (falls mit Material gefüllt) oder Rundrohre (falls hohl). So ist es auch bei rechteckigen Profilen: Sie heißen Vierkantstange (falls gefüllt) oder Vierkantrohr (falls hohl).

Übersicht

Das Grundgerüst des Krans besteht aus vier Teilen, deren Fertigung auf den folgenden Seiten beschrieben wird. Manche sind sehr einfach zu fertigen, andere erfordern deutlich mehr Zeit.

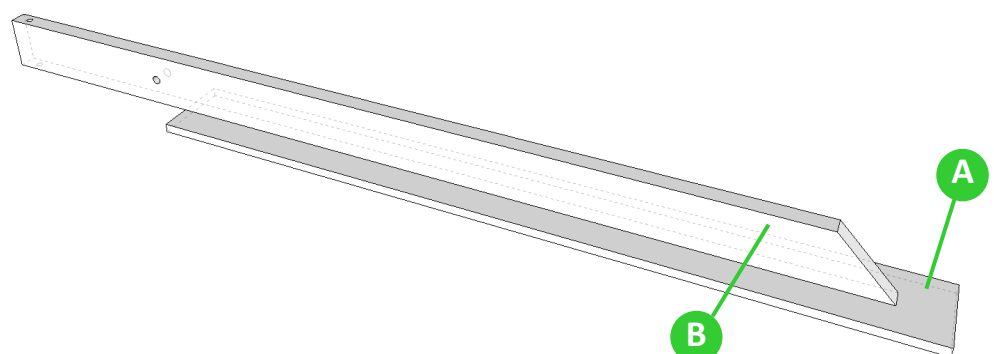
Die Teile werden später durch die 4 rot dargestellten Stangen verbolzt.



1. Bau des Auslegers

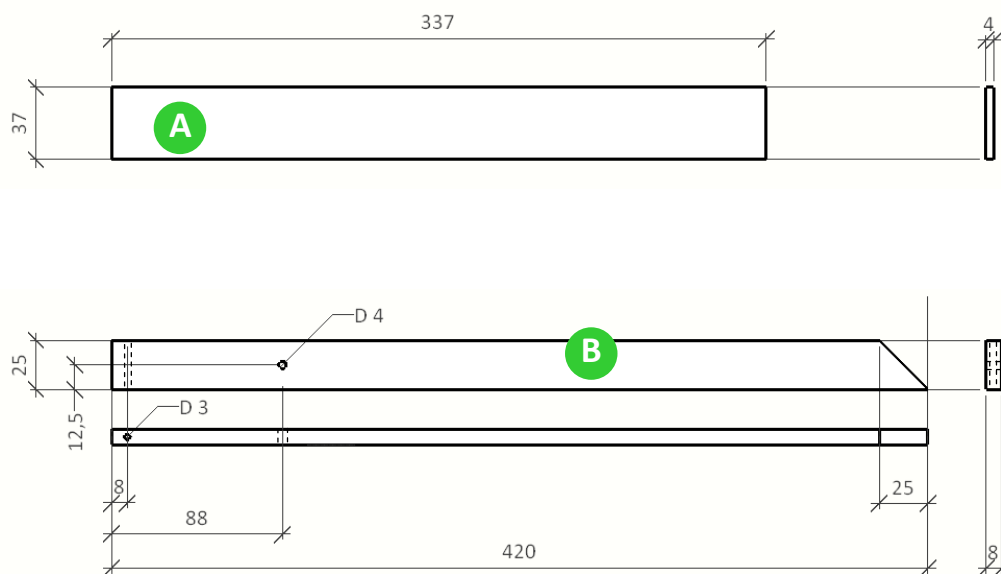
Der Ausleger des Krans ist hier in der Form eines sogenannten T-Profils konstruiert und aus zwei Sperrholzteilen (Teil A und Teil B) zusammengesetzt. Mit gleicher Stabilität hat ein solches T-Profil ein viel geringeres Gewicht als ein Massivholzbalken.

Die Teile A und B werden an der Berührungsfläche mit Holzleim verklebt. Die Berührungsfläche muss deshalb besonders eben sein.

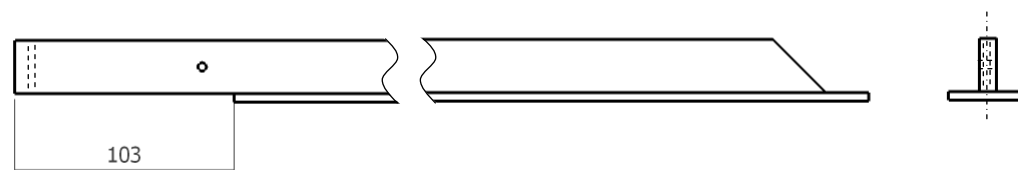


Die technische Zeichnung zeigt, wie die Teile A und B des Auslegers aussehen sollen und welche Maße (in Millimeter) sie haben. Ihr erkennt, dass Teil A aus 4 mm starkem Holz gefertigt werden soll. Teil B soll 8 mm stark sein.

In beiden Fällen ist es wichtig, dass die Kanten gerade und genau werden. Überträgt die Maße daher sorgfältig mit dünnen und genauen Bleistiftlinien auf euer Holzstück. Achtet darauf, dass die sichtbare Maserungsrichtung auf dem Werkstück längs verläuft, weil sich Sperrholz längs der Maserung sauberer sägen lässt und auch etwas stabiler ist als quer dazu.



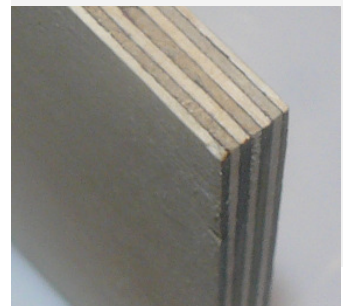
Die folgende Abbildung zeigt, wie die Teile A und B zum T-Profil verleimt werden:



Maserungsrichtung

Bei Holz kommt es sehr darauf an, ob es längs seiner Maserungsrichtung oder quer dazu verwendet wird. Solche Werkstoffe, bei denen es auf die Richtung ankommt, nennt man „anisotrop“. Umgekehrt werden Werkstoffe „isotrop“ genannt, wenn sie in jeder Richtung die gleichen Eigenschaften haben.

Um die Anisotropie von Holz wenigstens etwas auszugleichen, besteht Sperrholz aus vielen dünnen Holzschichten, die in abwechselnder Maserungsrichtung aufeinander geleimt sind. Trotz dieses Tricks ist Sperrholz aber nicht vollkommen isotrop.

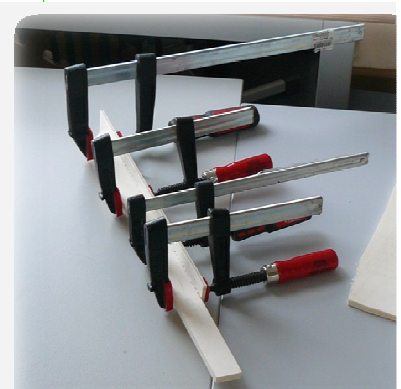


Holz richtig verleimen

Weil Klebstoffe sehr unterschiedlich funktionieren, muss man für gute Klebeergebnisse die Arbeitsanweisungen stets sehr genau beachten.

Für üblichen Holzleim gilt:

Die beiden Holzteile müssen trocken und staubfrei sein. Der Holzleim wird dann dünn auf die gesamte Klebefläche eines Holzstücks aufgetragen. Nun müssen beide Holzteile einige Minuten lang fest zusammen gepresst werden. Man verwendet dafür Leimzwingen, Schraubzwingen oder spannt die Teile in eine Werkbank ein. Ist alles richtig gemacht, wird die Klebeverbindung später stabiler sein als das Holz selbst!



fluchten

Als Fluchtung bezeichnet man die absolut gerade Ausrichtung verschiedener Teile oder Bohrungen aufeinander. Auf Englisch wird das "Alignment" genannt. Das häufige englische Verb "to align" steht also technisch für das im Deutschen seltener gebrauchte Verb "fluchten".

Bundzeichen



Bereits im Mittelalter haben Handwerker die Einzelteile von Bauwerken in der Werkstatt sorgsam beschriftet, um sie auf der Baustelle wieder richtig zusammen setzen zu können. So sind auf den Balken alter Fachwerkhäuser sogenannte Bundzeichen zu finden, auf den Steinen alter Gebäude sogenannte Steinmetzzeichen. Jedenfalls ist es sinnvoll, wenn ihr eure Teile ebenfalls mit Teilenummer und Hersteller beschriftet.

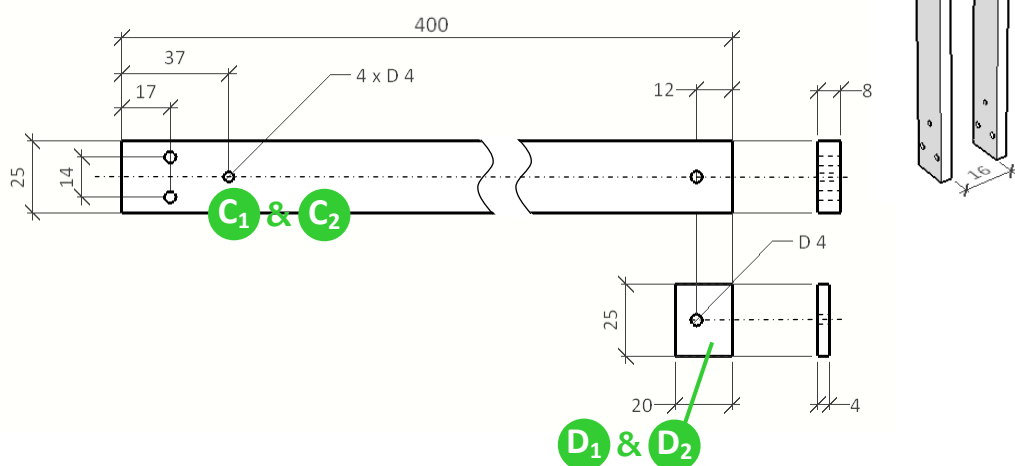
"Stufenbohrungen"

Weil ein Holzbohrer (im Gegensatz zum HSS-Bohrer) immer eine Führung durch seine Zentrierspitze benötigt, ist hier zu beachten: Habt ihr das kleine Loch schon komplett durchgebohrt, geht es nur noch mit einem HSS-Bohrer weiter. Die Zentrierspitze eines Holzbohrers findet ja keinen Halt mehr.

2. Bau der Turmhälften

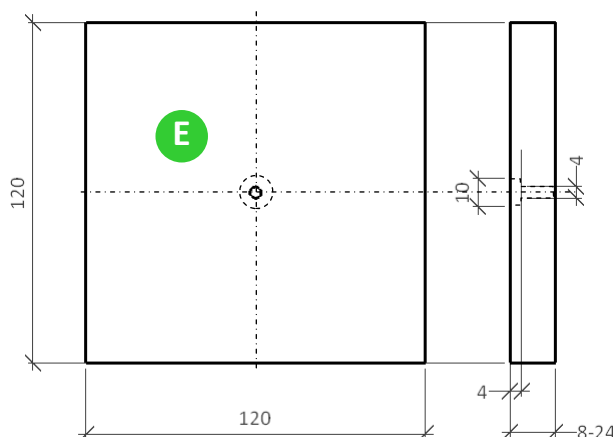
Der Turm des Krans besteht aus vier Teilen: C1 und C2 sind gleich und bilden die tragenden Seiten des Turms. D1 und D2 sind ebenfalls identisch und werden auf C1 und C2 oben bündig aufgeleimt.

Tipp: Damit die unteren drei Bohrungen von C1 und C2 exakt fluchten, solltet ihr diese Teile passgenau in einen Maschinenschraubstock einspannen und dann gemeinsam mit H1 und H2 (siehe nächste Seite) bohren. Vor der zweiten Bohrung solltet ihr einen Bolzen in die erste Bohrung schieben, damit wirklich nichts verrutscht.



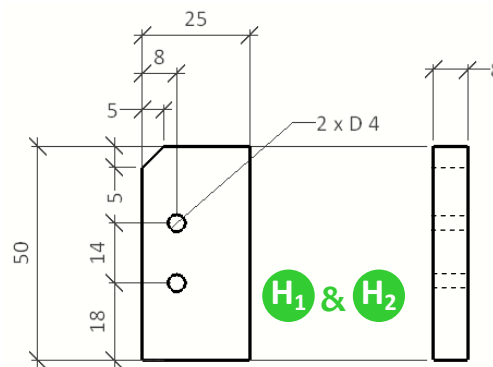
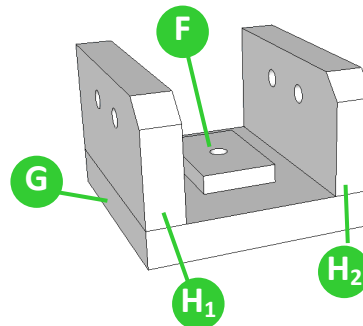
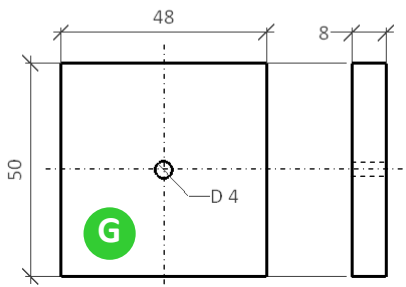
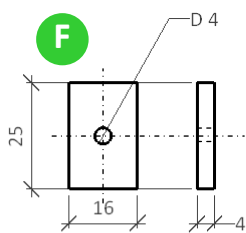
3. Das Untergestell

Das Untergestell des Krans besteht aus Grundplatte und der darauf drehbaren Turmaufnahme. Die Grundplatte E kann aus 8 bis 24 mm starkem Holz gefertigt werden. In der Mitte befindet sich eine Bohrung, die von beiden Seiten unterschiedliche Durchmesser hat. Damit solche "Stufenbohrungen" gelingen, sollte man sich die Herstellungsreihenfolge vorher gut überlegen. Einen Tipp dazu gibt es links.



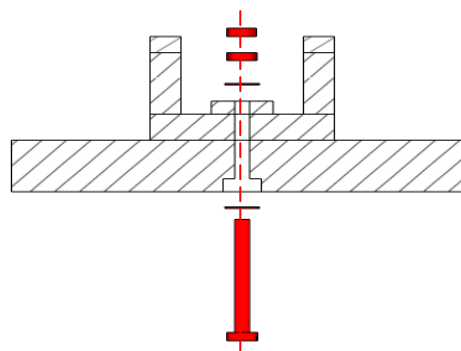
Die Turmaufnahme besteht aus vier Teilen, die miteinander verleimt werden.

In die Turmaufnahme wird später der Turm eingeschoben. Die Teile C1 und C2 des Turms müssen also in die Lücken zwischen F und H1 bzw. H2 passen. Der Turm wird in der Turmaufnahme außerdem mit zwei Stangen verbolzt. Die Bohrungen in H1 und H2 müssen also sehr genau mit den Bohrungen in C1 und C2 fluchten. Schon Abweichungen von 0,2 mm werden später zum Problem. Rechts am Rand findet ihr einen Hinweis, wie ihr die benötigte Genauigkeit erzielen könnt.



Zur Montage der Turmaufnahme auf der Grundplatte benötigt ihr eine Zylinderkopfschraube M 4 x 40, zwei Unterlegscheiben und zwei Muttern.

Tipp: Damit sich die Turmaufnahme gut drehen lässt, werden die beiden Muttern nur lose an die Schraube angezogen. Damit sie sich nicht lösen, werden die beiden Muttern nun aber fest gegeneinander angezogen. Man nennt dieses Verfahren "kontern".



Damit euer Kran rutschfester steht, könnt ihr kleine Moosgummirechtecke unter die Ecken der Grundplatte kleben.

Exakte Fluchtung

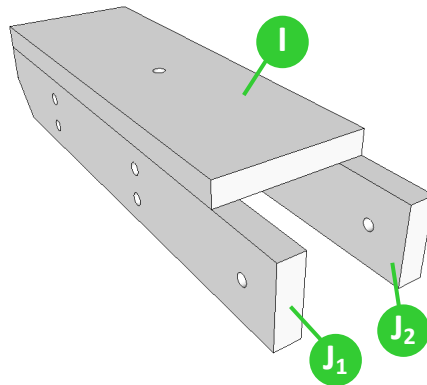
Der schlechteste Weg für ein genaues Fluchten verschiedener Bohrungen in verschiedenen Teilen ist, sie alle einzeln einzuzeichnen und getrennt von einander zu bohren. Geschickter ist es, alle Teile gemeinsam einzuspannen und dann die Bohrung oder die Bohrungen zu setzen. Wenn mehrere Bohrungen fluchten sollen, schiebt man vor dem Bohren einer zweiten Bohrung einen Bolzen in die erste Bohrung ein, um die Teile zusätzlich gegen Verrücken zu sichern. Und so weiter....

Auch beim Verleimen von Teilen kann man Bolzen einschieben, um ein Verrutschen zu vermeiden.

Unterlegscheibe

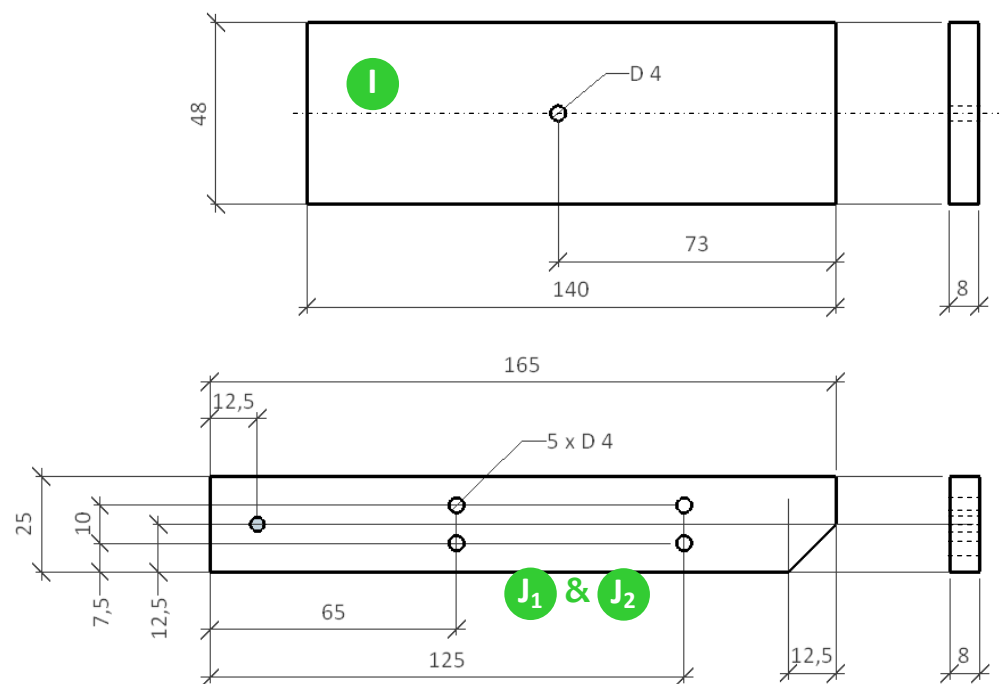
Bei Schraubverbindungen auf weichem Material wie Holz muss zur Schonung des Materials stets eine Unterlegscheibe (auch Beilagscheibe genannt) zwischen Schraubenkopf und Material bzw. zwischen Mutter und Material eingesetzt werden. Sie verteilt die Kräfte auf eine größere Fläche.

4. Bau der Antriebsplattform

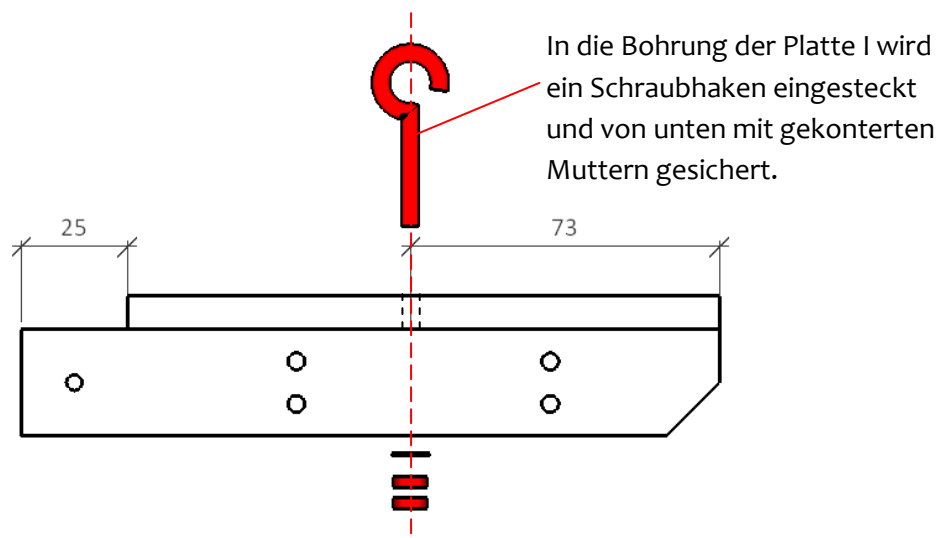


Die Antriebsplattform ist als U-Profil aus drei verleimten Sperrholzplatten ausgeführt. Sie trägt später die Seilwinden und das Gegengewicht des Krans.

Auch hier gibt es wieder zahlreiche Bohrungen, die mit anderen Teilen (z.B. K1-K4 auf der nächsten Seite) fluchten müssen.

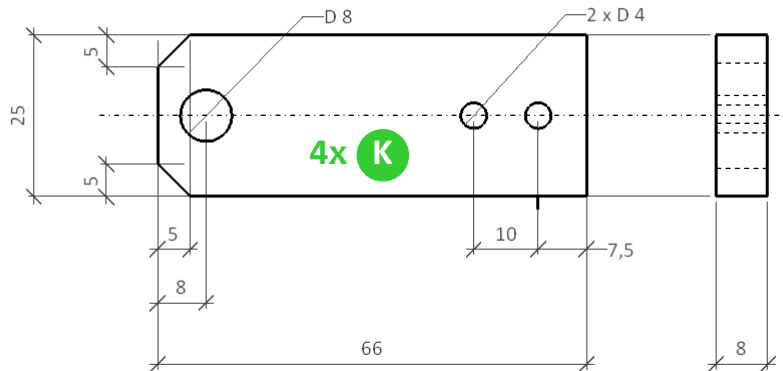


Die folgende Seitenansicht zeigt, welche Maße beim Verleimen der Teile besonders zu beachten sind:

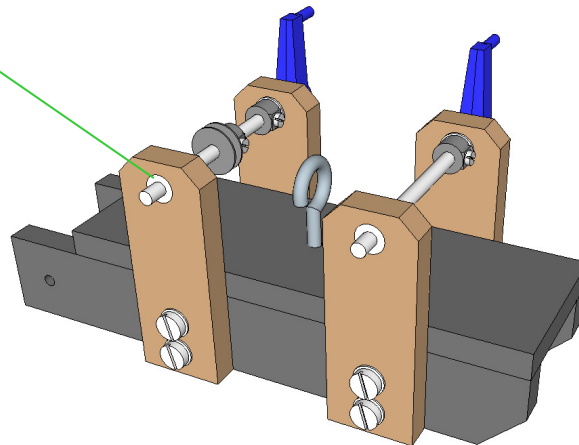


5. Bau des Handantriebs

Auf der Antriebsplattform werden zunächst zwei Seilwinden mit Handantrieb vorgesehen. Für diese werden vier sogenannte Lagerböcke K1 bis K4 benötigt.



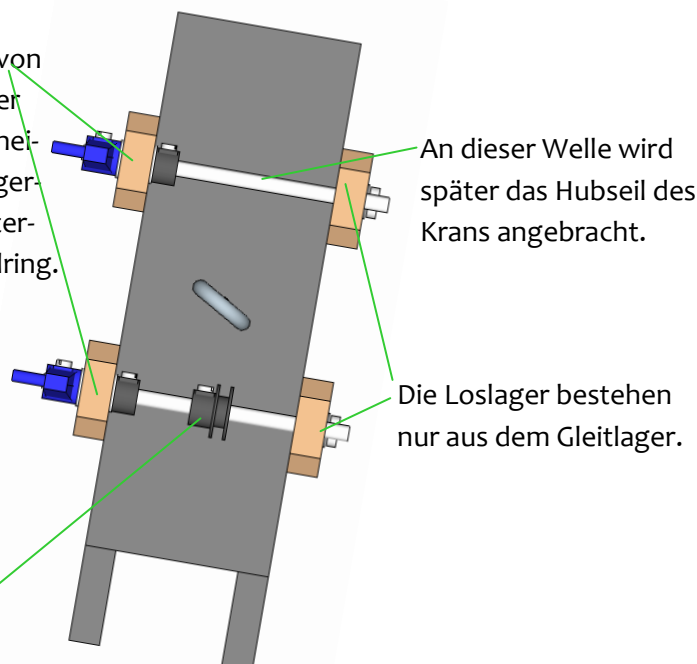
Presst passende Gleitlager in die 8 mm-Bohrungen der Lagerböcke ein. Die Lagerböcke werden dann von außen mit insgesamt acht Zylinderskopfschrauben (M4 x 20) an die Antriebsplattform angeschraubt und so justiert, dass die Wellen gut laufen.



Die folgende Abbildung erklärt die Montage der Wellen. Jeweils links ist das Festlager, rechts das Loslager:

Die Festlager bestehen (von außen nach innen) aus der Kurbel, einer Unterlegscheibe, dem Gleitlager im Lagerbock, einer weiteren Unterlegscheibe und dem Stelling.

Diese Welle ist für die Verstellung der Laufkatze gedacht. Deshalb ist hier eine Riemenscheibe eingesetzt.



Lager

Damit sich die Wellen dauerhaft gut drehen lassen, steckt man sie nicht einfach durch das Holz, sondern setzt Kugellager oder Gleitlager ein: Normalerweise eines an jedem Ende.

Eines der Lager führt man als Festlager aus, das andere als Loslager. Festlager bedeutet: Hier wird die Achse gegen seitliches (man sagt: axiales) Verrutschen gesichert. Beim Loslager hingegen darf sie seitlich verrutschen, so dass die Achse bei Temperaturexpansionen nicht klemmt.

Was ist was?



Stelling mit einer Madenschraube zur Fixierung.



Gleitlager für geringe Reibung einer Achse.



Riemenscheibe, in der noch die Madenschraube fehlt.

"Achse" oder "Welle"?

Ingenieure unterscheiden zwischen feststehenden Achsen, umlaufenden Achsen und Wellen: Feststehende Achsen tragen zum Beispiel eine Rolle, drehen sich aber selbst nicht mit. Umlaufende Achsen drehen sich selbst mit und müssen deshalb gut gelagert werden. Wellen sind umlaufende Achsen, in denen wirklich "Drehkraft" (präzise: Drehmoment) übertragen wird. Zum Beispiel von der Kurbel zur Riemenscheibe.

Sparsame Verbolzungen

Es gibt zwei Regeln für Verbolzungen. Die erste: Verbindet man zwei Teile mit zwei oder mehr Bolzen, lassen sie sich nicht mehr gegeneinander verdrehen. Ein Beispiel dafür ist die Befestigung des Turms am Untergestell. Die zweite: Je mehr Bolzen man verwendet, desto schwieriger ist es, alle Bohrungen sauber fluchtend zu platzieren. Deshalb versucht man Bolzen einzusparen, wo immer es geht: Ein Beispiel dafür ist die Befestigung der Antriebsplattform am Turm: Mit dem einen einzigen Bolzen kann sie sich eigentlich noch am Turm drehen. Der zweite Bolzen wird aber eingespart, weil die Antriebsplattform am Untergestell anliegt.

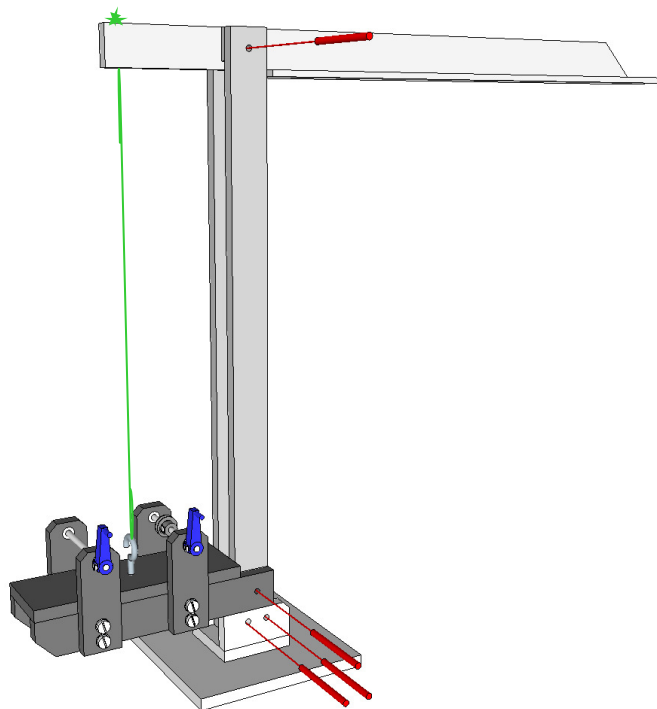
Auch bei der Befestigung des Auslegers am Turm ist nur ein Bolzen eingesetzt. Damit der Ausleger nicht nach unten kippt, ist er aber zusätzlich mit der Schnur abgespannt. Gegen ein Kippen nach oben ist er nicht abgesichert. Mit diesem Kran sollte man also z.B. nicht versuchen, Heißluftballons fest zu halten.

6. Zusammenbau des Krans

Der Zusammenbau des Krans ist nun in zwei Schritten erledigt, wenn ihr präzise gearbeitet habt:

Schritt 1: Ihr müsst die **rot dargestellten vier Bolzen** (ihr könnt dafür Gewindestangen mit einem Durchmesser von 4 mm und passenden Längen verwenden) in die fluchtenden Bohrungen einschieben. Lasst die Bolzen dabei an jedem Ende etwa 5 mm überstehen.

Schritt 2: Der Ausleger muss mit einer **Schnur** am Haken der Antriebsplattform passend abgespannt werden. Oben auf dem Ausleger müsst ihr dazu einen etwas dickeren Knoten machen. Mit Hilfe der Muttern am Schraubhaken könnt ihr die Spannung der Schnur bequem nachjustieren.



...und jetzt seid ihr dran!

Der Kran ist nun standfest, stabil, drehbar, kann schnell montiert und auch demontiert werden. Und er hat zwei Wellen mit Kurbeln. Aber: er kann leider nichts heben!

Dies zu ändern wird nun eure Aufgabe: Zeigt eurer LehrerIn das bisherige Ergebnis. Arbeitet euch dann in die Seilführungen ein, entwerft Ideen, zeichnet Pläne, fertigt die benötigten Teile und baut dann alles ein und an, was benötigt wird.

Und wenn der Kran dann funktioniert, habt ihr vielleicht noch weitere Ideen!

Impressum

Autoren: Tobias Betgen, Michael Eisenmann, Marco Häberlen, Carsten Hansen, Peter Hug, Stephan Juchem, Stefan Klär, Rainer Kügele, Thomas Lonkai, Martin Merkle, Matthias Metzler, Alexander Mink, Lars Möller, Alexander Schäfer, Gerhard Schmiederer, Carsten Späth, Robert Steiner, Gerhard Stern, Frank Trittler, Stefan Viel, Peter Weber, Jochen Wegenast, Sven Wendt, Ulrike Weyrauther, Mario Wirth, Monika Zink

Version 2.10, © 2014, die nichtkommerzielle Vervielfältigung für den Unterrichtseinsatz ist gestattet.

Herausgegeben von den Fachreferenten NwT der Referate 75 der Regierungspräsidien Freiburg, Karlsruhe, Tübingen, Stuttgart.
Download über den Landesbildungsserver BW oder www.NwTF.de. Kontakt: kran@NwTF.de.

Gedruckt mit freundlicher Unterstützung der Firma Liebherr in Biberach.