

Ein starker Kran – ohne Seil und Strom

Ein Bauvorschlag für den Technikunterricht

Von Wolfgang Zeiller

Die bislang vielfältig vorgestellten Funktionsmodelle von Miniatürkranen, die nur ein paar hundert Gramm hochziehen können, beeindrucken heutzutage Jugendliche (ab 14 J.) im Unterricht kaum. Technik überzeugt jedoch insbesondere dann, wenn die menschliche Leistungsfähigkeit überschritten wird, so wie hier ein Kran, der den Transport einer schweren Last erleichtert.

Der vorgestellte Kran mit drehbarem Ausleger kann ohne gesundheitsgefährdende Überanstrengung des Bedieners relativ gefahrlos bis 120 kg heben und sanft absenken. Außerdem kann er eine schwere Last aufgrund seiner Gummiräder weiter transportieren (Mobilkran-Funktion).



Welche Aufgaben erfüllt ein Kran?

Ein Kran ist ein Fördermittel für den Nahtransport von Einzellasten. Dazu gehört Heben, Senken und Umsetzen von schweren Objekten im Umkreis des Krans. Das typische Merkmal dieser Maschine ist das Hubwerk.

Die Leistungsfähigkeit des Artefakts ist, was die Hebekraft betrifft, deutlich größer als unsere Arme zusammen, und auch die Ausdauer wird weit überschritten. So kann ein Kran eine schwere Last problemlos stundenlang in der Luft halten, während wir hier meist schon nach ganz kurzer Zeit selbst mit nicht ausgestreckten Armen an die Leistungsgrenze kommen. Beim Bauen wird bei einer Dachumdeckung eine Palette neuer Ziegel (250 Stück, zus. über 1 t Masse) mit einem Kran binnen einer Minute haushoch angehoben und am benötigten Ort gehalten. Dadurch können die einzelnen Dachsteine in luftiger Höhe direkt der Palette entnommen werden. Was für eine Einsparung an Muskelenergie gegenüber früher ohne Kraneinsatz!

Überlegungen zur Konzeption Hebekran

Es soll hier kein weiteres „Mini-Schnurmodell“, wie von allerlei Baukästen bekannt, aufgezeigt werden, sondern ein wirkliches „tragfähiges Objekt“. Am meisten beeindruckt hat mich ein Artikel über das *Funktionsmodell Drehkran* von Andreas Hüttner in der **tu 88**, da dort mal ein anderer Weg als der Bau der üblichen Kleinmodelle beschritten wurde. Sein Bericht ist zwar schon länger her (1998), er diente mir jedoch als anregende Vorgabe, denn seither wurde kein überzeugendes „Großmodell“ mehr vorgestellt. Mein Ziel war nun, diese Vorlage weiterzuentwickeln, d. h. eine größere Last als nur 10 kg (also eine Gießkanne voll, wie nach der **tu 88**, S. 24) zu transportieren, und vor allem dies:

- Das Objekt soll auch im Unterricht hergestellt werden können (nicht nur von wenigen begabten Studenten in wochenlanger Kleinarbeit), also entfällt z. B. schon mal der aufwendige Bau einer Gitterkonstruktion,

- es soll auf schwer zu beschaffende oder herzustellende Sonderteile (wie ein riesiger Zahnriemen und eine große Tellerscheibe für das Drehwerk) verzichtet werden,
- es sollen keine kleinen Zahnrad-Getriebemotoren (wie auch in der **tu 70**, S. 43, Abb. 21) eingebaut werden, weil deren Zusammensetzung, Montage und Seilführung allein schon viel Zeit verschlingen,
- es soll überhaupt auf eine Seilwindenkonstruktion verzichtet werden. Die Begründung dazu steht im Folgenden.

Warum keine Motoren? Die kleinen Getriebemotoren mit ihrem mahelnden Geräusch haben wenig Zugkraft. Größere Motoren ($d \geq 5 \text{ cm}$) mit Metallgetrieben benötigen teure Akkus und Umpolschalter oder/und Umpolrelais samt Kabelsalat (erhöhte Kosten!). 24-V-Scheibenwischermotoren wie in Garagentoröffnern haben durch ihr Schneckenradgetriebe mit teilweise Plastikrädern nur eine begrenzte Zugkraft (typischerweise 60–80 kg) und kosten als Ersatzmotor oft über 80 €. Die leisen 12-V-DOGA-Motoren aus Spanien als große Scheibenwischermotoren für Busse und Lkw sind zwar

drehmomentstark (jedoch nicht stärker als ein Akkuschauber im 2. Gang), kosten aber mehrere hundert Euro (!), und die angetriebene Winde muss darüber hinaus natürlich noch mühevoll selbst angefertigt werden.

Käufliche starke 12-V-Seilwinden mit Planetengetriebe aus Metall und einer Zugkraft ab 7 kN (entspricht 700 kg) gibt es zwar schon ab ca. 80 €, doch sind sie extrem laut, was natürlich keine Werbung verrät (erst bei Preisen ab 140 € sind sie leiser), dazu mindestens 8 kg schwer, und benötigen als Energiequelle einen hochkapazitiven Akku, wie eine Autobatterie. Die noch baugrößeren Winden aus den Baumärkten für Netzstrom sollte man im Technikunterricht schon aus Sicherheitsgründen nicht einsetzen; sie sind auch kaum mobil verwendbar (Kabelrolle nötig!). Kurz: alles Vorhaben mit etlichen Haken.

Warum keine Handseilwinde? Sicherheitsmäßig ist so eine Winde nicht das Wahre: Zu nahe ist das Gesicht am straff gespannten Seil, und man hat bei sehr schweren Lasten dabei stets ein mulmiges Gefühl. Ohne rückschlagfreie Sicherheitskurbel kann die Hand beim unvorsichtigen Ablassen durch die schnell rotierende Kurbel schwer getroffen werden, **mit** einer solchen Sicherheitsbremse sind Handseilwinden allerdings eher teurer als einfache Elektrowinden. Zudem: Das ständige Klicken der Einrastnase beim Heben ist echt störend – alles wirkt wie „eine Technik von gestern“. Handseilwinden mit Schneckengetriebe haben diese Probleme nicht, sind jedoch noch teurer und spulen beim manuellen Absenken recht langsam und umständlich ab. Meist ist für eine Seilwinde eine aufwendig zusätzlich zu installierende Seilführung über mehrere Trag- und Umlenkrollen zum Ausleger nötig. So ein Tragarm will obendrein wiederum auch noch erst konstruiert und gebaut sein.

Die neue Konzeption für einen Kran

Sie beruht hier – wie im Eingangsfoto sicher schon gesichtet – auf Hydraulik. Es werden somit keine Hilfsener-

giequellen, wie Netzgeräte oder Akkus, benötigt. Beim Heben gibt es kein mahlendes Getriebegeräusch, und es sind keine Seilführungen mit mehreren Rollenlagern zu montieren. Der Absenkvorgang für die Last ist einzigartig, denn kein anderes System kann so leise und feinfühlig diesen Vorgang ausführen.

Die Bauidee beruht auf der Verwendung eines preiswerten kleinen Krans für die Ladefläche eines Pick-up. Ein Pick-up (engl. „Aufnehmer“) ist ein Pritschenwagen mit offener Ladefläche. Für ca. 90 Euro bei STABILO bekommt man nicht nur die Hebehydraulik, sondern auch gleich einen Tragarm, die Drehvorrichtung und den Lasthaken samt Montageschrauben für die rechteckige Grundplatte dazu. Was will man mehr? Hier die Angaben für die Bezugsquelle:

- www.stabilo-shop.de oder in den örtlichen 22 Filialgeschäften wie in 72525 Münsingen
- In der Internetseite oben bei **Suche** ins weiße Feld einsetzen: kran 500, rechts bei gelb **v** Dema auswählen, dann auf LOS drücken, und schon hat man etwas weiter unten das gesuchte Kranteil. Mit 10 bis 14 Tagen Lieferzeit ist zu rechnen. Der Artikel hat das CE-Zertifikat ausführlich in der Bedienungsanleitung S. 7 und das CE-Symbol am Tragarm aufgeklebt.

Die Vorgaben zum Bau des Transportwagens

- a) Man könnte nun salopp fordern: Schraubt den Kleinkran auf eine Holzkiste oder auf Omas alte Kommode und fertig ist das Ding! Wir wollen jedoch nicht nur etwas emporheben (Elevation) und drehen (Rotation), sondern auch etwas entlang eines Weges transportieren (Translation), brauchen dazu also einen stabilen Kranunterwagen. Da der fertige Kran später einmal wohl die meiste Zeit in einer Ecke oder in einem Lagerraum unbenutzt sein Dasein verbringt, gilt als weitere Vorgabe: Der Kranarm soll leicht abnehmbar sein, sodass der Wagen selbst schnell mal als Trans-

portroller für schwerere Lasten (wie im Eingangsfoto angedeutet: z. B. für Sprudelkisten zu einem Schulfest) verwendet werden kann, kurz: Der Wagen soll **multifunktional** ausgeführt werden.

- b) Es gilt auch hier wiederum die bei Technikprodukten sehr häufig anzutreffende Vorgabenfolge: **aufgabengerecht, nutzerfreundlich, langlebig und kostengünstig**.
- c) Dazu kommt noch: wetterfest. Warum das denn? Nun, der Wagen kann auch mal draußen stehen, vielleicht im Schulgarten mit schweren Steinplatten beladen, ein paar Tage im Regen. Deshalb sollten hier keine Billigbretter (Fichtenholz für Regalbretter) vom Baumarkt verwendet werden; auch Buchenholz reißt gern. Es soll eben ein **Langlebeprodukt mit Nutzwert hergestellt** werden, kein Vitrinenprodukt für die „technica contemplativa“ (Technik zum beschaulichen Angucken). Die Gesamtkosten betragen um die 200 Euro, da will man auch einen brauchbaren Gegenwert erreichen und keinen Staubfänger bauen.
- d) Es sollen die wesentlichen **Konstruktionsmerkmale** begründet werden, z. B. warum wurde das so formend gestaltet, warum gerade dieses Bauteil bzw. Material verwendet?
- e) Es sollen nach der Fertigstellung Schwachpunkte des Objekts und **Verbesserungsvorschläge** erkannt und herausgearbeitet werden (Reflexion zur Arbeitsabfolge und Produktoptimierung).

Die Sicherheit des Krans hängt vorwiegend von der sachgerechten Konstruktion und von der Bedienung (wie der Beladung mit ausreichendem Ballast) des Unterwagens ab – also nicht mal so sehr vom roten Kranteil selbst.

Das mag zunächst für manche Techniklehrkraft etwas unerwartet sein, ist jedoch zu beachten! Der wesentliche Teil des Baus (nicht des Themas Kran) beschränkt sich also auf einen den Vorgaben entsprechend adaptiv gestalteten Kranunterwagen. Dieses Vorgehen spart natürlich Zeit, denn wir können in der Schule nicht über zig Wochen hinweg nur **ein** Themen-

objekt, wie den Kran, behandeln. Das würde zu Stoffplanproblemen führen, und auch die Motivation der Lernenden würde nachlassen.

Die Maße und das Material des Kranwagens

- Der Wagen soll auch durch Türen (lichte Weite des Durchgangs meist 80 cm) fahren können und erhält daher eine Breite von 78 cm. Die Länge kann 70 bis 100 cm sein (kleinere Zahl = wendiger, größere Zahl = für schwere Lasten besser geeignet).
- Die Vollgummiräder der Rollen sollten 125 mm Durchmesser haben. Der Grund ist die leichtere Überwindbarkeit von Türschwellen (drinnen) und Plattenfugen (draußen) gegenüber den kleinen und natürlich billigeren Rädern; 140er-Räder wiederum sind deutlich teurer als die 125er. Mindestens eines der 4 Lenkräder hat eine Fußbremse (s. Bild), damit der Wagen beim führerlosen Halten nicht schon bei leichten Neigungen bzw. Steigungen der Fahrbahn sich unbeaufsichtigt schnell davonmachen kann.

Als Bodenplatte verwendet man eine sog. **Siebdruckplatte**. Diese besteht aus mit Kunstharz gepresstem Birken-schichtholz. Die Oberflächenfarbe ist

ein tiefes Dunkelbraun. Das Material ist ziemlich stabil und auch relativ wetterfest, selbst wenn abgesägte Seiten nicht gleich lackiert wurden; es wird oft für Ladeböden von Anhängern verwendet. Bei 21 und 27 mm Dicke kostet der Quadratmeter Zuschnitt ca. 44 – 55 € (je nach Baumarkt). Diese Stärke erlaubt auch später die Verwendung von Schrauben mit 20 mm Länge, ohne dass diese nach dem Einschrauben störend durchbrechen.

Anmerkung: Man besorge sich gleich eine 50er-Packung von SPAX®-Kreuzschlitzschrauben (5 stark, 20 lang; Halbrundkopf; ca. 6 €), weil allein schon die Fixierung der 4 Rollen 16 Schrauben benötigt und noch mehr die Fixierung der Metallwinkel. Dieser Schraubentyp hat den Vorteil, dass er ohne Vorbohrung mit seiner scharfen Spitze mittels einer 2-Gang-Akkubohrmaschine in das harte Holz eindrehbar



125er-Lenkrolle mit Fuß-Feststellbremse von unten, Preis: ca. 16 €. Die restlichen Räder ohne Bremse sind etwas günstiger.



Die Bodenplatte des Kranwagens. Oben ist die raue Fläche (Siebdruckseite), damit später die Ballastplatten nicht so leicht abrutschen können wie auf der anderen, sehr glatten Fläche. Dieser Wagen kann immerhin 400 kg Last aufnehmen. Mindestdicke der Platte: 21 mm, besser ist 27 mm.

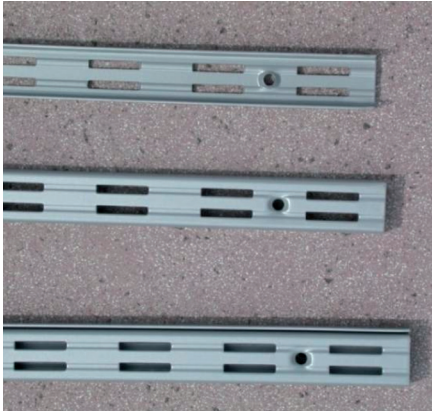
ist. Eingelegte 6er- oder/und 8er-U-Scheiben lassen bei großen Löchern der Drehplatten der Rollen die Schraubenköpfe nicht durchfallen.

Der Aufbau des Wagens

- Der Wagen soll für schwere Lasten am Kranhaken auch schweren Ballast aufnehmen können, und zwar in Form etlicher Gartenplatten (Beton), z. B. mit den Maßen 60 cm x 40 cm (breit) x 5 cm dick; 27 kg oder alternativ 1 bis 1,2 m lange sog. Beeteinfassungen aus Beton (neu z. B. 27 kg; alte 1,2 m lange und dickere Form 60 kg). Somit ist eine **durchgehende obere Innenfreiheit der Bodenplatte von 42 cm** gefordert (etwas Luft zu den 40 cm muss sein, da die späteren Schraubenköpfe an den Winkeln auch Platz wegnehmen).
- Der rote Pick-up-Kranteil soll in ca. **1 m Höhe** angebracht werden, damit eine Last auch am waagrechten Kranarm noch leicht am Lasthaken zu befestigen ist und der Bediener sich beim Pumpen am Hydraulikzylinder nicht zu bücken braucht (Ergonomie!).

Es geht nun um eine sehr stabile Fixierung des zugekauften Kranteils an eine kleinere Siebdruckplatte in 1 m Höhe. Diese Platte (56 cm x 38 cm, mind. 21 mm stark, besser 27 mm oder gar 30 mm, was die größte gängige Stärke im Handel ist) dient der Aufnahme der rechteckigen roten Metallplatte mit dem roten aufgeschweißten Hohlrohr, in welches später der „Kranzapfen“ (ein übergestülptes Rohr) reinkommt.

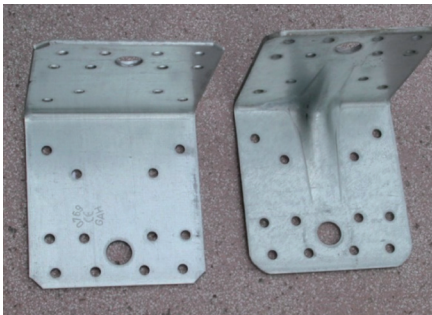
- Zunächst werden zwei Holzpfosten am Unterwagen vorne senkrecht befestigt. Ihr Querschnitt 70 x 70 ist bei Gartenbaumärkten gängig. Sie müssen von der Lehrkraft mit einer Kreissäge auf je 80 cm abgelängt werden, denn die Schnittfläche muss exakt rechtwinklig zur Länge sein, was man mit einer Handsäge nicht gut hinkommt, andernfalls stehen die „Säulen“ später dann eher schief oder partiell hohl. Je ein Metallwinkel mit Sicke (70 x 70) und eine lange dicke Holzschraube



Stabile Metallschienen. Hier der Kniff, wie man aus gängigen Regalschienen die sehr stabilen Streben am Kranwagen fertigt. Man legt zwei ineinander. Nun sind die Rundlöcher zwar nicht mehr ganz deckungsgleich, doch lässt sich das mittels Durchbohren mit einem 6er-Bohrer korrigieren, wenn man (nur während des Aufbohrens) in die anderen Löcher längere 5er-Schrauben gegen ein mögliches Verschieben reinsteckt.



Bohrer und Schrauben. Von links: Der 6er-Bohrer in der Bitausgabe vermeidet das lästige Durchdrutschen im Bohrfutter, besonders beim Aufbohren der Metallschienen. Die 6er-Schlossschrauben dienen der stabilen Fixierung mit den Winkeln. Eine 10er-Nuss mit Bit erleichtert das Eindrehen von 6-Kantschrauben und Eindrehen von 6-Kantmuttern mit einem Akkuboherer im drehmomentstarken 2. Gang ganz erheblich. Rechts oben: Eine 5er-Holzschraube, unten eine ebenso dicke SPAX®-Schraube (5 x 20) – mit Letzteren werden die Metallwinkel im Holz fixiert.



Metallwinkel. Hier sind zwei gängige Winkel, sog. Holzverbinder, abgebildet. Nur der rechte Typ ist für den Kran der richtige! Es handelt sich um einen sog. SL- oder HV-Typ (Schwerlast- od. Hochlast-Verbinder). Sein ausgeprägter Steg (auch Sicke genannt) stabilisiert bei Belastung den rechten Winkel hervorragend. Bei den kleineren Metallwinkeln 70 x 70 und 50 x 50 gibt es ebenso die stabile Stegausführung. Unten hinten benötigen wir zwei Winkel 90 x 90, damit die schrägen Stützen flächig gut anliegen.

(z. B. 6 x 100, zentral von unten) fixieren jeden Säulenträger zunächst auf dem Wagen.

- Die stämmigen Pfosten sind dennoch vorerst nur „Wackelpeter“. Sie werden als senkrechte Träger nun weit besser stabilisiert. Dies geschieht durch Metallschienen. Dazu werden vier gängige 1 m lange Regalschienen (die Ausführung mit 2 Langlöchern wählen!) und vier 0,5-m-Schienen vom Baumarkt benötigt. Man legt sie umgekehrt ineinander. Mit den großen unteren Metallwinkeln und 6er-Schlossschrauben (30 mm lang) werden sie diagonal verlaufend fixiert.

Anmerkung: Durch die aufgebohrten 6er-Löcher der Metallschienen-Enden sollen dann zur Befestigung an den Winkeln 6er-Schlossschrauben (30 lang beim 21 mm starken Siebdruckholz, bei dickerem Holz 40 mm lang) benutzt werden. An den Winkeln werden dazu die großen Löcher benutzt und durch U6- und U8-Scheiben das Durchfallen der M6-Mutter verhindert.

Die Metallwinkel haben viele Löcher von ca. 4,8 mm Durchmesser. Doch die harten SPAX®-Schrauben mit 5 mm Dicke kommen hier noch ohne Aufbohren durch. Dies war auch der Grund für die Verwendung dieser Schrauben, die ja möglichst stark sein sollen.

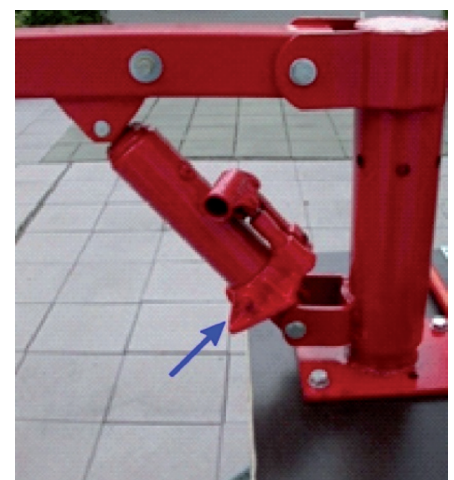
Die Befestigung der Kranplatte mit dem aufgeschweißten Hohlrohr

Das Teil wird oben auf die kleine obere Siebdruckplatte (38 cm x 56 cm) des Wagens zentral aufgelegt und die 4 Löcher des Fußes mit einem durchstoßenden Stift auf die Holzplatte übertragen. Danach werden die 4 Löcher mit einem 6er-Bohrer in der kleinen Siebdruckplatte vorgebohrt und mit einem 12er-Bohrer ausgebohrt.



Vom Transportwagen zum Kran. So kann der leere Wagen z. B. als Transportwagen für Getränke benutzt werden. Bei einem Schulfest steckt man in das rote Hohlrohr einige farbige Fähnchen. Der Wagen ist wie ein Einkaufswagen gut steuerbar. Für die Kranfunktion wird nun über das Rohr einfach der noch größere „Rohrzapfen“ des vormontierten Kranarms (im Hintergrund links) gesteckt, was problemlos zwei Schüler/-innen können. Danach werden unten die Ballastplatten aufgelegt – und schon ist der Kran betriebsbereit.

Die vier dem Kranteil beigelegten M12-Schrauben sind für die 21er-Siebdruckplatte zu lang, denn ihr Gewinde ist mit nur 30 mm für unsere Platte zu kurz. Somit kann man mit den vorhandenen Muttern die Platte nicht festziehen. Hier hilft ein Trick: Man besorge sich M14-



Die Hydraulik des Krans. Sie hebt den Lasthaken bis 1 m hoch. Ein kleiner Dreh mit der Pumpenstange vorne an der Ablassschraube (Pfeil) im Uhrzeigersinn senkt die Last je nach Bedarf schnell oder sachte langsam. Den Pumpenzylinder darf man so mit der Hand drehen, dass die Lage der Stange einem zum Pumpen gerade angenehm erscheint.