Ein funktionierendes Modell

Und wie das funktioniert

Tom Kamsma

Die Idee, ein Modell wirklichkeitsnah funktionsfähig zu machen, hat sicherlich viele Modellbauer beschäftigt. Ein Kraftfahrzeug fahren zu lassen wird in der Regel noch gelingen, aber die Mechanisierung eines Baggers im Maßstab 1:87 ist eine andere Geschichte.
Diese Beschreibung vermag inspirierende Antworten zu geben auf zahlreiche Fragen von Kollegen und Hobbyisten, die bei verschiedenen Modellhobby-Veranstaltungen in den vergangenen Jahren das Modell funktionsfähig gesehen haben.

Die letzte freie Stelle auf einer niederländischen Bahnanlage wurde für die Gestaltung einer Sandgrube bestimmt (1985). In einer überwiegend ländlichen Umgebung wäre eine solche Szene nicht fehl am Platz. Die Inspiration war zunächst von den Erinnerungen an die 50er Jahre bestimmt, als viele Sandrücken in der Brabanter Landschaft für die Gewinnung von Sand abgerissen wurden.
Die Aushubarbeiten wurden in der Regel mit Hilfe von Seilbaggern getan, von denen viele auf sogenannte Halbketten gebaut wurden. Diese Fahrwerke wurden von Panzerfahrzeugen aus der Kriegszeit übernommen.

Etwas Nostalgie
Wenn die Gedanken schweifen, klingt der mehr und mehr stickige, schnaufende Klang des oft schlecht gedämpft und langsam laufenden Dieselmotors, der dadurch die Kräfte zeigt, die für das Bewegen des Kübels erforderlich sind. Er gräbt den Kübel mit scharfen Zähnen in den Sand, bis er, in der Regel stark überladen, angehoben wird. Der Ausleger des Kranes bewegt sich dann mit starkem Flattern der Seile vorwärts. Wieder zu Atem gekommen schwingt der Seilbagger zu dem auch vom ehemaligen GMC Militärarsenal stammenden LKW. Der Zugdraht des Seilbaggers wird vorsichtig losgelassen wodurch der Kübel bis oberhalb der Ladeplattform des LKWs kommt und schließlich nach vorn kippt. Nach dem der Sand mit einem staubigen Flop auf dem Auto gelandet ist, baumelt der Kübel, auf den ersten Blick, unkontrollierbar in der Luft. Erst wenn der Zugdraht beim Schwenken wieder eingeholt wird, ist das „eiserne Maul“ wieder unter Kontrolle. Einmal in Position für die nächste Grabung wird die Winde zum ziehen losgelassen.
Durch sein Gewicht schwingt der Kübel weit über die Spitze des Auslegers landet mit rasselnde Ketten auf dem Boden. Erneut folgt eine bedrückende Arbeit für den Diesel.

Moderne Alternative
Auch nach langdauerndem Experimentieren gelang es nicht, einen solch winzigen Kübel durch sein eigenes Gewicht und naturgetreu weiter als über Spitze des Auslegers hinaus zu bringen. Und schließlich ist der Seilbagger vom zeitgenössischen Hydraulikbagger verdrängt worden. Ein solcher benutzt im Betrieb nicht seine tatsächliche Masse.

Seine Bewegungen sind alle durch Drücken und Ziehen kontrollierbar. Das Vorbild zeigt im Betrieb, zusätzlich zu der Traktion, vier aktive Funktionen:

1. Schwenken um die Achse an der Basis (links / rechts)
2. Heben des Auslegers (auf / ab)
3. Drücken des Baggerarms (vorwärts / rückwärts)
4. Kippen des Löffels (schöpfen / leeren)

In der Praxis macht der erfahrene Fahrer diese separaten Funktionen in einer fließenden Bewegung. Die Kippbewegung der Schaufel bleibt praktisch unbemerkt beim Graben und trägt damit nicht spektakulär bei zur Gesamtbewegung; ein Grund, diese im Modell nicht nachzubilden.

Kutscher auf dem Kasten
Da nun eine Beschränkung auf drei Hauptfunktionen (Graben, Heben und Schwenken) vorgenommen wird, muss die Umsetzung auf das Modell gefunden werden. Als Probe gibt es die erste Version (B-10140) aus der Serie von Baggern von Kibri im Maßstab 1:87. Die Bewegung des Baggerarms ist mit zwei sehr dünnen Drähten durchgeführt. Polyamidgarn, das weithin für unsichtbare Säume bei Kleidung verwendet wird, ist sehr gut geeignet. Die Enden der Drähte sind mit Klebstoff in den Löchern befestigt, die im gleichen Abstand zu beiden Seiten des Drehpunktes des Auslegers gebohrt wurden. Dies ermöglicht die Bewegung des Baggerarms, indem gleichzeitig an dem einen Draht gezogen und der andere losgelassen wird. Durch das gleichzeitige Anziehen der beiden Drähte hebt sich der ganze Ausleger. Einfach gesagt, ist die Kontrolle über das Modell gleich dem Fuhrmann, der mit den Zügeln sein Pferd führt. (So wie ein Kutscher auf dem Bock).
Ein dünnes Messingrohr dient als vertikale Achse, um die sich das Modell drehen kann. Die Nylonfäden werden durch die Hohlspindel geführt. Die Hohlspindel wird in die Kabine geklebt, nachdem ein Loch genau in dem Drehpunkt hindurch gebohrt wurde. Die obere Seite endet auf gleicher Höhe wie die Oberseite des Auslegers. An der Unterseite muß die Hohlspindel ausreichend lang sein, weitgehend unter der Grundplatte hindurch. Als Lagerbuchse für die Schwenkachse dient ein kürzeres Stück Messingrohr mit größerem

© Tom Kamsma 2017

Durchmesser, die quer durch das Fahrgestell und die Grundplatte geht. An die unten herausstehende Achse ist eine Riemenscheibe aufgeklebt; dazu später mehr. Der Bagger ist jetzt als „Hand-Modell“ bereit, geprüft zu werden. Es hat sich gezeigt, dass am Modell so wie es aus dem Bausatz kommt, einige Änderungen durchgeführt werden müssen. Die etwas steifen Kunststoffkolbenstangen in der Hydraulik werden durch Messing ersetzt und auch die Drehpunkte durch Messingstifte verbessert. Ferner ist zwischen den beiden Hubzylindern versteckt eine Ziehfeder angebracht, die die Nylonfäden unter Spannung halten soll.

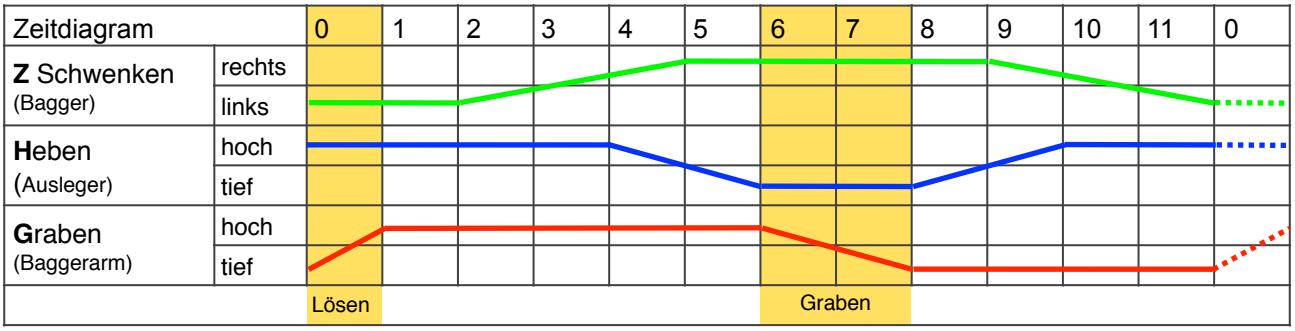
Antrieb nach bewährten Konzept

Um gleichzeitig die drei gewünschten Bewegungen durchzuführen, wird ein Mechanismus mit Kurvenscheiben ausgewählt, die der Nockenwelle eines Benzinmotors ähnlich ist. Ähnliche Prinzipien zaubern schöne Stickereien aus der Nähmaschine, und auch die älteren Attraktionen in Märchen Hof „De Efteling“ werden auf ähnliche Weise bewegt. Die Form der Kurvenscheibe wird dabei von einem Abtaster erfasst und in eine geradlinige Bewegung umgewandelt. Dies kann entweder direkt oder mittels eines Hebels geschehen. Hier wurde die letztere Option gewählt. Um die Form der Scheiben zu bestimmen, ist es notwendig, zuerst den gesamten Bewegungszyklus des Baggers zu entwirren. Die Gesamtdauer des Zyklus, in diesem Fall 36 Sekunden, ergibt 12 Segmente, über den Umfang eines Kreises (12 Spalten im Zeitdiagramm) unterteilt. Jede Scheibe hat einen theoretischen äußeren und inneren Kreis, hier 60 und 20 mm. Um eine sogenannte gleichförmige Bewegung zu bekommen, muss die Krümmung vom äußeren zum inneren Kreis und vice versa parabolisch verlaufen. Die maximale Verschiebung oder Hub des Abtasters ist hier 20 mm. Durch korrekte Wahl (Berechnung!) der Position der Drähte auf dem Hebel, kann die Wirkung der Verschiebung des Abtasters in ihrer Größe vergrößert, verkleinert oder sogar umgekehrt werden.

Nur durch ein seltsames Rohr ahnt man, wie der Betrieb des Baggers funktioniert.

Betrieb

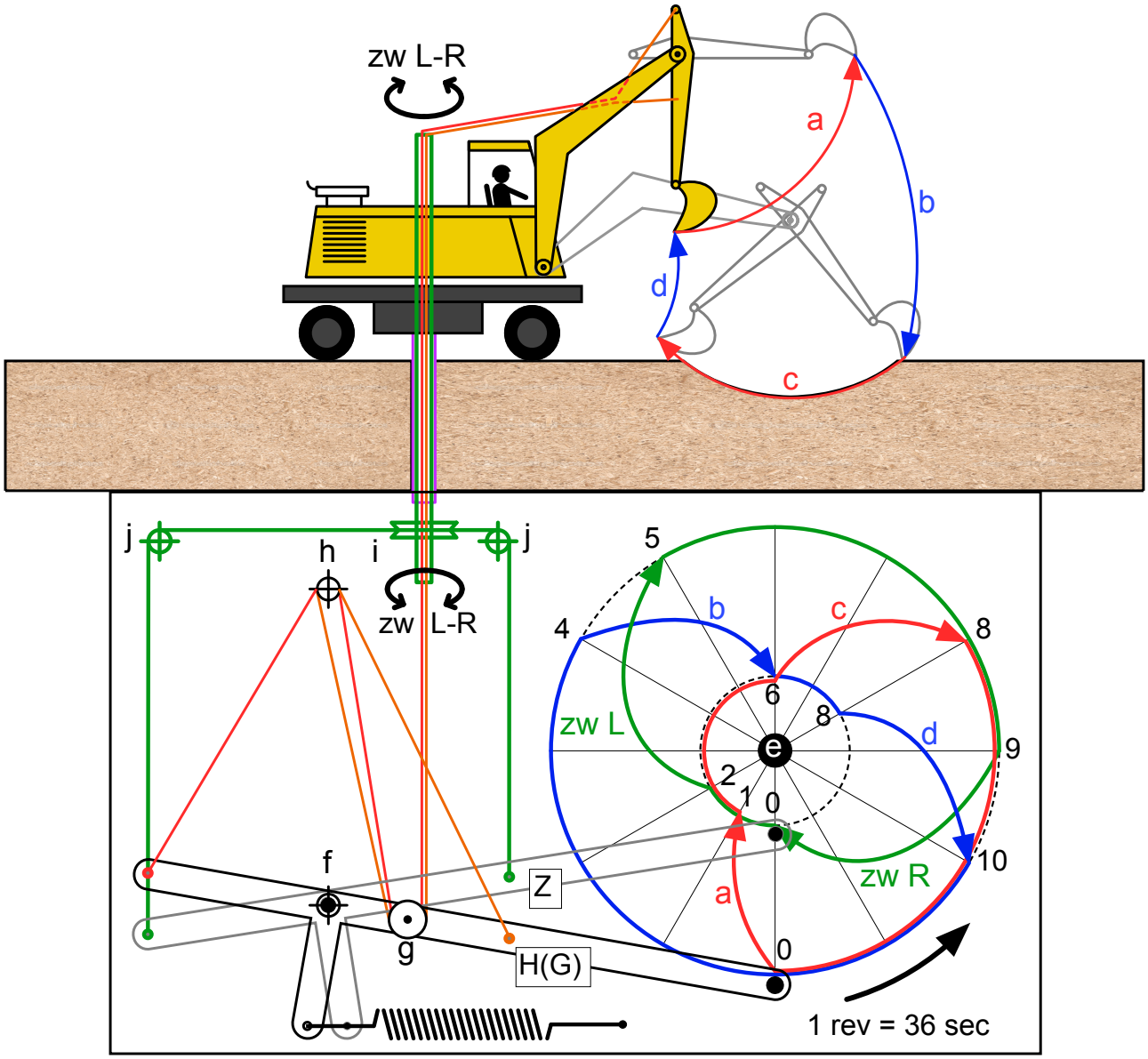
Für ein gutes Verständnis folgen wir den Bewegungen des Modells einmal auf der Grundlage des Zeitdiagramms und der Prinzip-Zeichnung. In dieser Skizze ist der Abtaster **G** (Graben) unsichtbar verdeckt hinter dem Abtaster (Heben). Abtaster **Z** (Schwenken) ist im Hintergrund dargestellt. Wir erfassen den Ablauf der Bewegung auf 18:00 Uhr am Punkt 0. Dies ist der Zeitpunkt, wenn der Löffel voll Sand ist und sich vor der Ladefläche des Lastwagens befindet.



1. In einer schnellen Bewegung **(a)** wird der Baggerarm nach vorn gebracht (**G** Abtaster, 0-1).
2. Das Lösen des Sandes aus dem Löffel dauert eine kurze Zeit (1-2), wonach der Bagger mit angehobenem Ausleger nach links zur Grabung (zw L) schwenkt (**Z** Abtaster, 2-5).
3. Noch während des Schwenkens bewegt sich der Ausleger schon nach unten **(b)**, (**H** Abtaster, 4-6).
4. Zur gleichen Zeit, wenn der Löffel auf den Boden trifft, beginnt die Aushubbewegung **(c)**, (**G** Abtaster, 6-8).
5. Wenn der Löffel voll ist, wird der Ausleger angehoben (**d)**, (**H** Abtaster, 8-10).
6. Noch bevor die Schaufel auf die maximale Höhe angehoben ist, beginnt schon die Schwenkung zum LKW (zw R) (**Z** Läufer, 9-0).

Mit dieser kurzen „Schachspiel“ ist der theoretische Teil beendet, und es kann die nächste Foto-Serie weiterhin für etwas Ablenkung sorgen.

© Tom Kamsma 2017



Implementierungsdetails

Nun, da die Idee und der Betrieb des Mechanismus geklärt ist, sind noch einige Präzisierungen zur praktischen Umsetzung zu machen. Um damit zu beginnen, werden die Scheiben von 3 mm dicken Perspex (Plexiglas) oder Polystyrene hergestellt, und werden die zusammen mit Abstandhaltern in Dicke von 4 mm auf einer zentrale Antriebswelle **(e)** angebracht. In dem sich ergebenden Zwischenraum verbergen sich die Hebel, die auch getrennt sind durch Abstandsringe und können sich um eine feste Achse **(f)** drehen. Als Abtaster ist ein Messingstift an einer Seite an den Hebel eingesetzt, der auf der benachbarten Scheibe aufliegt. Durch eine Zugfeder an dem Hebel wird der Abtaster an die Scheibe gedrückt. Damit alles möglichst reibungslos läuft, wird ein wenig Vaseline als Schmiermittel verwendet. Die Nylonfäden, die aus dem Hohlspindel kommen, sind mit winzigen Keilen fest in dem Hebel **G** eingeklemmt. Um die endgültige Hubbewegung zu erzielen, sind beide Fäden von der Hohlspindel her, um zwei Riemenscheiben **(g)** auf dem Hebel **H** geführt, und dann vereinzelt über separate Umlenkrollen **(h)** an die Befestigungspunkte an dem Hebel **G**. Für die Übertragung der Bewegung auf die Schwenkachse sind mehrere Lösungen denkbar, wie beispielsweise mit einem Ritzel und Zahnstange. Hier aber ist es mit Nylonfäden ausgestattet. Um die Riemenscheibe **(i)**, die zuvor auf der Schwenkachse montiert wurde, sind zwei Nylonfäden fest gelegt und dann entgegengesetzt einmal um ihn herum gewickelt. Die Enden sind über Hilfsscheiben **(j)** in den Mechanismus auf den Hebel **Z** gebracht und dort auch mit Keilen befestigt. Zum Schluss soll eine richtig gewählte Untersetzung vorhanden sein, mit der die Hauptachse **(e)** angetrieben wird. Für einen einwandfreien Betrieb des Baggers soll diese Untersetzung absolut spielfrei sein. Das Modell so wie hier beschrieben, wird von einem Maxon Gleichstrommotor angetrieben.

© Tom Kamsma 2017

1

2

3

4

5

6

© Tom Kamsma 2017