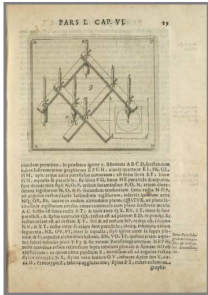


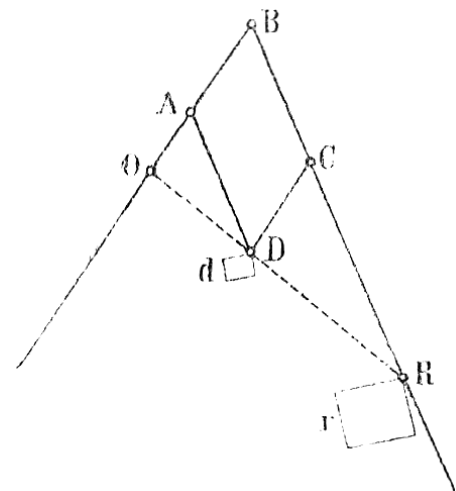
15. Januar 2010

Der Pantograph – ein altes Instrument neu entdeckt



Pantograf beziehungsweise Pantograph bedeutet wörtlich aus dem Griechischen übersetzt Alleschreiber. Das Gerät, auch als Storchenschnabel oder Storchschnabel bezeichnet, ist ein Instrument zum Übertragen von Zeichnungen in einen gleichen, größeren oder kleineren Maßstab. Es wird auch bei Maschinen zur Erzeugung ähnlicher Bewegungen angewendet. Der Pantograph wurde schon 1603 von dem Jesuiten Christoph Scheiner erfunden und in seinem 1631 in Rom erschienenen Werk „Pantographice seu ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum mechanicum, mobile: ...“ ausführlich beschrieben.

Das Prinzip: A B C D ist ein aus vier Linealen gebildetes Gelenkparallelogramm, in dessen Ecken Achsen senkrecht auf der Zeichnungsebene stehen. Auf den Linealen AB und BC werden die Punkte O und R so ausgewählt, dass sie mit D auf einer geraden Linie liegen. Im Punkt O befindet sich eine zum Zeichenbrett feste senkrechte Achse, die den Drehpunkt für die ganze Bewegung des Storchenschnabels bildet. Wenn mit dem in R befestigten Führungsstift die Kontur der zu übertragende Figur nachgezogen wird, wie hier z. B. das Rechteck r, zeichnet der in D eingesetzte Schreibstift eine der Figur r ähnliche Figur d. Das Größenverhältnis der Figuren r und d ist dann gleich $BR : BC$. Durch Verschiebung der Punkte R und O auf den mit Teilung versehenen Linealen lässt sich dieses Verhältnis beliebig ändern. Will man die gegebene Figur vergrößern, so braucht man nur Führungsstift und Zeichenstift zu vertauschen.



Der Pantograph und die Drechselbank

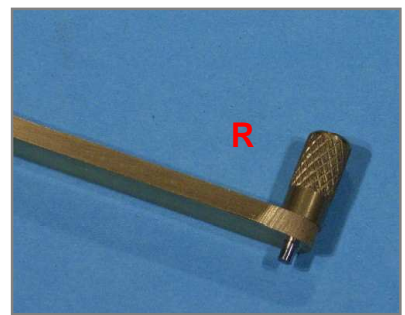
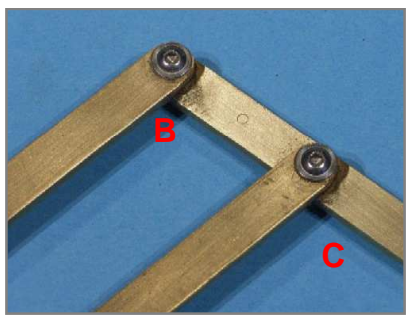
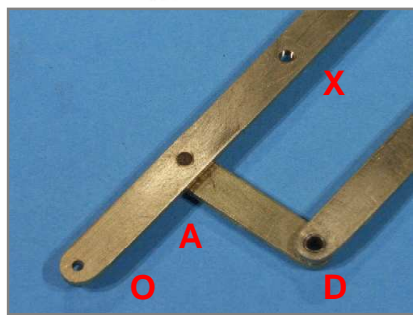
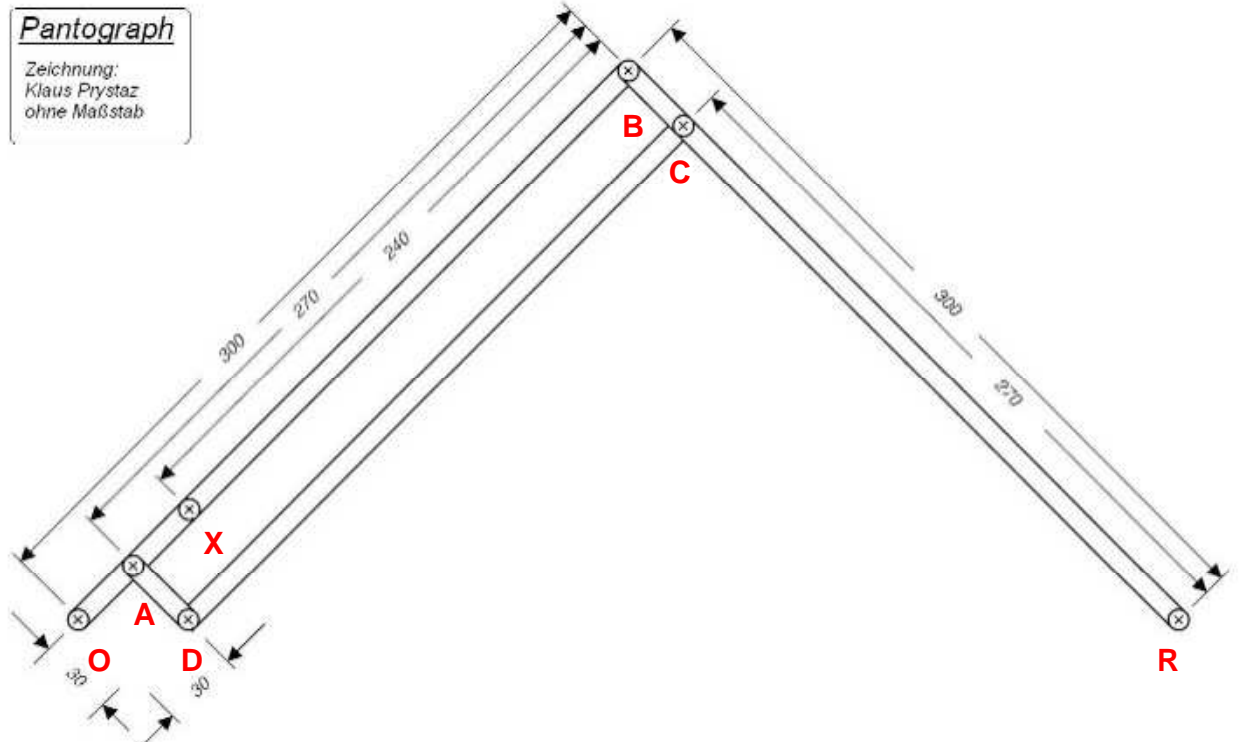
Eigentliches Ziel war es, die 8 Speichen eines hölzernen Steuerrades, das beim Bau meines Modells der WILLIAM ASHBURNER benötigt wurde, in genau gleicher Größe, Kontur und Qualität herzustellen. Ein ähnliches Steuerrad, mit einem Durchmesser von ca. 50 mm bei einem Maßstab von 1:24, machte mir bei meinem letzten Modell viel Arbeit, denn ich musste mindestens 24 Speichen mit einer Röhrchenschablone drechseln, um die 8 Speichen für das Steuerrad zu erhalten, deren Unterschiede nicht sofort ins Auge stachen. Dabei musste die Speichenkontur sogar noch vereinfacht werden.

Nachdem ich ein Foto des Steuerrades der WILLIAM ASHBURNER als das letzte erhaltene Bauteil meines Vorbilds im Internet fand, war mein Ehrgeiz geweckt. Also kombinierte ich Pantograph und Drechselanlage, um kleine Drechselteile in Serie herstellen zu können.



Steuerrad der W. ASHBURNER

Schnell wurde klar, dass ein Pantograph nicht in eine vorhandene Drehselbank integriert werden konnte und deswegen eine komplett neue Maschine zu planen und zu bauen war. Als maximale Bearbeitungslänge in der Längsachse des Werkstücks wurden 30 mm angesetzt, was bei einem Verkleinerungsfaktor von 10 eine Schenkellänge des Pantographen von 300 mm ergibt. Als Werkstoff für die Schenkel wurden 8 x 3 mm starke Vierkantstäbe aus Messing benutzt. Die Längenmaße sind aus der folgenden Zeichnung ersichtlich.



O ist der Fixpunkt des Pantographen. Hier befindet sich einfache Bohrung mit 1,5 mm Durchmesser. **X** ist eine M3-Gewindebohrung, dazu später mehr.

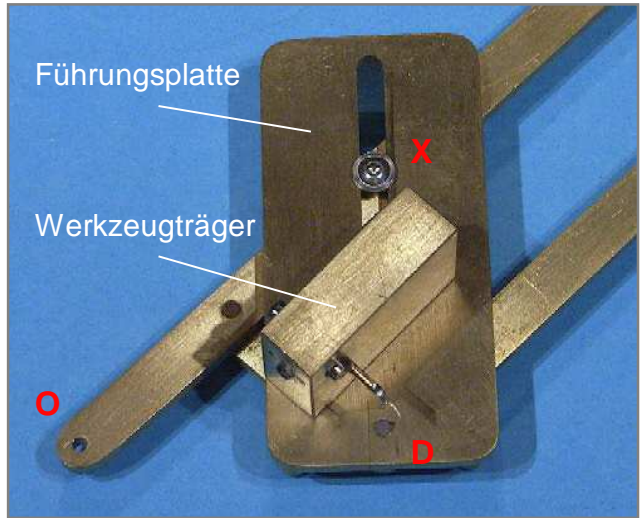
R ist ein gerändeltes Griffstück mit einem durchgehenden Abtaststift mit 1,5 mm Durchmesser.

D ist ein Gelenk mit einer Messingbuchse, die in die 4 mm Bohrungen der beiden Schenkel drehbar eingesetzt wird. Sie sollte in der Höhe etwas über die beiden Schenkel überstehen.

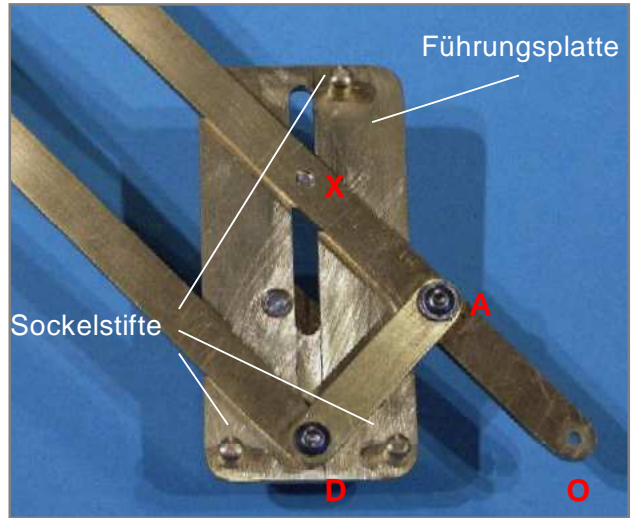
A, B und C sind Gelenke, die jeweils 2 Schenkel beweglich miteinander verbinden. Hergestellt wird es, indem in den einen Schenkel ein 3 mm-Gewinde geschnitten wird, während der andere eine 4 mm-Bohrung bekommt, in die dann eine 4 mm-Messingbuchse eingesetzt wird. Die Buchse sollte in der Höhe etwas über den Schenkel überstehen. Sie hat eine 3 mm-Bohrung, durch die eine M3 x 6 mm-Schraube in das oben beschriebene 3 mm-Gewinde des ersten Schenkels eingeschraubt wird und so als Gelenkachse zwischen den beiden Schenkeln dient.



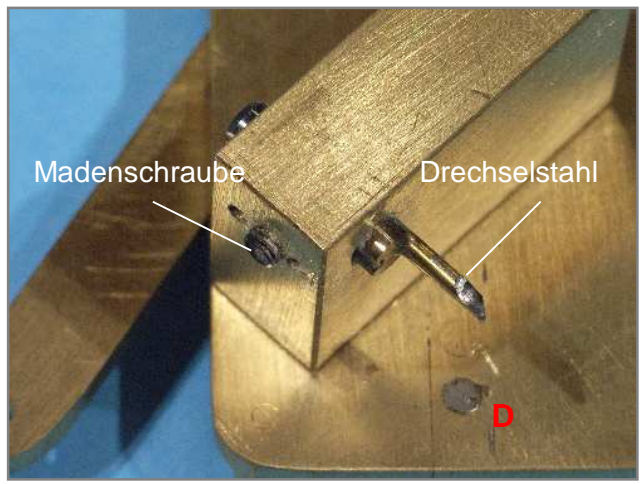
Über dem Drehpunkt **D** befindet sich später die Spitze des Drechselstahls. Damit an dieser Stelle ein Werkzeughalter so befestigt werden kann, dass sich die Spitze des Drechselstahls immer rechtwinklig zu der Linie **O-D-R** befindet, wird einmal im Drehpunkt **D** eine Buchse in die 4 mm-Bohrungen eingesetzt und an Punkt **X** eine Bohrung mit einem M3-Gewinde eingebracht. Durch die Buchse kann nun eine Führungsplatte, auf der wiederum der Werkzeugträger platziert ist, von unten mit einer M3 x 9 Schraube drehbar befestigt werden. Die Führungsplatte besitzt mittig einen 4 mm breiten Schlitz. Durch diesen Schlitz wird eine M3 x 6 Schraube mit einer 4 mm Messingbuchse so in das Gewinde am Punkt **X** eingeschraubt, dass sich alle Gelenke spielfrei bewegen lassen. Die Führungsplatte erhält noch drei Sockelstifte, damit sich der Werkzeugkopf leicht auf der Grundplatte bewegen lässt, ohne dass die Schenkel auf dieser schleifen.



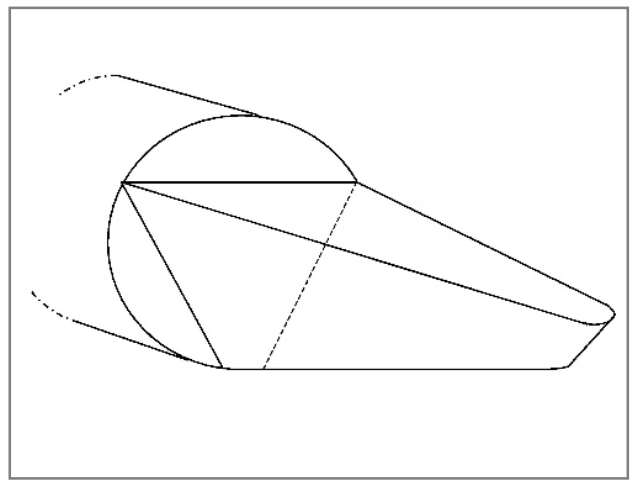
Werkzeugkopf von oben



Werkzeugkopf von unten



Werkzeugkopf mit Drechselstahl



möglicher Drechselstahl

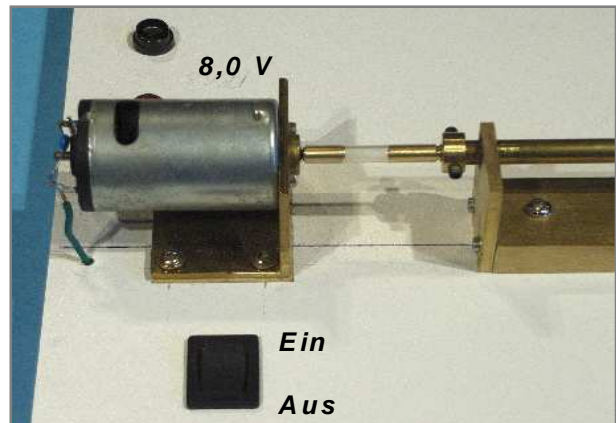
Als Werkzeugträger habe ich einen Messingvierkant (Länge 30 mm, Breite 10 mm, Höhe 18 mm) mit zwei Bohrungen versehen. Die erste Bohrung quer zum Werkzeugträger nimmt den Drechselstahl auf und entspricht dessen Durchmesser. Mir standen kleine Drehstähle aus einer Uhrmacherwerkstatt zur Verfügung, der Drechselstahl kann aber auch aus einem einfachen 3-5 mm Rundstahl geschliffen werden. Er wird durch eine M2-Madenschraube fixiert, die in der quer zur ersten Bohrung angebrachten zweiten M2-Gewindebohrung sitzt. So kann die Spitze des Drechselstahls exakt auf das Zentrum des Drehpunktes **D** eingestellt werden.

Die Drechselbank

Die Drechselbank besteht neben dem Antriebsmotor aus Spindelstock und Reitstock, beide mit zweifach gelagerter hohler Spindelwelle. Sie wird zusammen mit dem Pantograph auf einem gemeinsamen Grundbrett aus Sperrholz (40 x 70 cm) mit einer glatten Kunststoffoberfläche aufgebaut.

Der Antriebsmotor

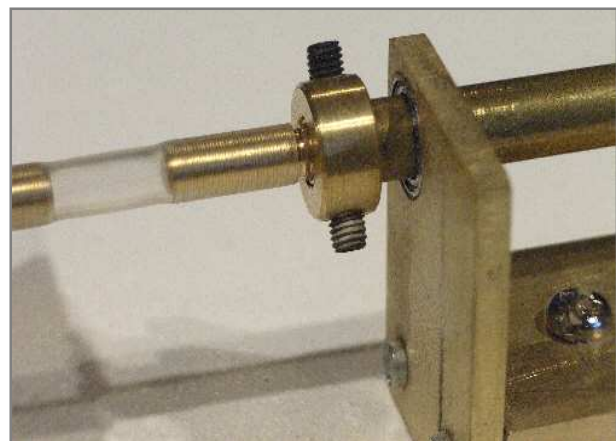
An den Antriebsmotor werden keine besonders großen Anforderungen gestellt. Ich habe den Motor einer defekten Proxxon-Bohrmaschine aus der Restekiste genommen. Durch mehrere Versuchsreihen habe ich festgestellt, dass die Oberflächenqualität der gedrechselten Teile bei einem Betrieb von 8 Volt am Besten ist. Die Stromaufnahme beträgt dann zwischen 2 und 3 Ampere und die Drehzahl schätze ich auf ca. 8.000 Umdrehungen in der Minute, also mehr als moderate Werte. Der Motor wurde durch eine Schlauchkupplung aus Silikon mit der Spindelwelle verbunden.



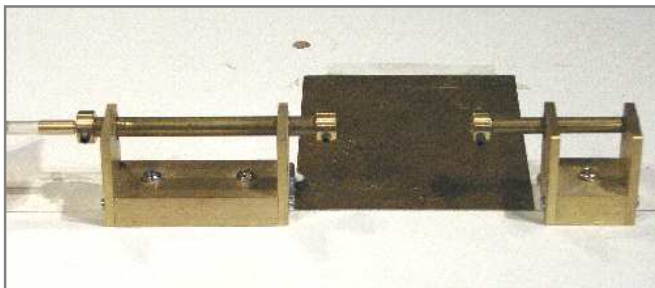
Antriebsmotor mit Hauptschalter

Spindelstock und Reitstock

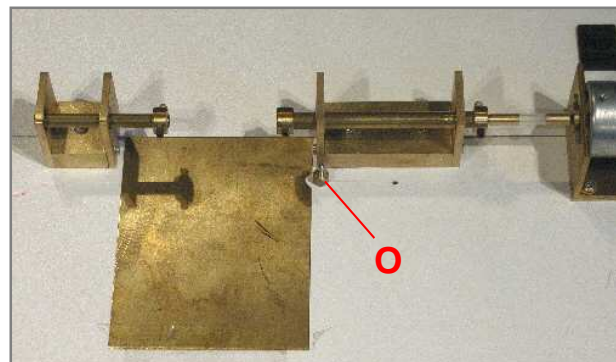
Diese sind aus einfachen, mit einander verschraubten Messingteilen gefertigt. Die kugelgelagerte hohle Spindelwelle besteht in beiden Fällen aus je einem Messingrohr mit 6 mm Durchmesser und 4,1 mm Bohrung. Die Kugellager wurden in die Spindelstockwangen eingeklebt. Die Spindelwelle erhält an beiden Enden einen Flansch, also einen Messingring, der zwei gegenüberliegende M3-Gewindebohrungen mit zwei Madenschrauben besitzt. Die Gewindebohrungen setzen sich in der Spindelwelle fort, so dass die Madenschrauben den Flansch nicht nur mit der Spindelwelle verbinden, sondern auf der Motorseite auch die eingesteckte Antriebswelle fixieren und auf der Arbeitsseite das eingeschobene Drechselteil halten. Für einen möglichst leichten Lauf der Spindelwelle ist bei der Herstellung ein genaues Arbeiten die wichtigste Voraussetzung.



Flansch mit Antriebswelle und Schlauchkupplung



Spindelstock, Messingblech, Reitstock von vorne

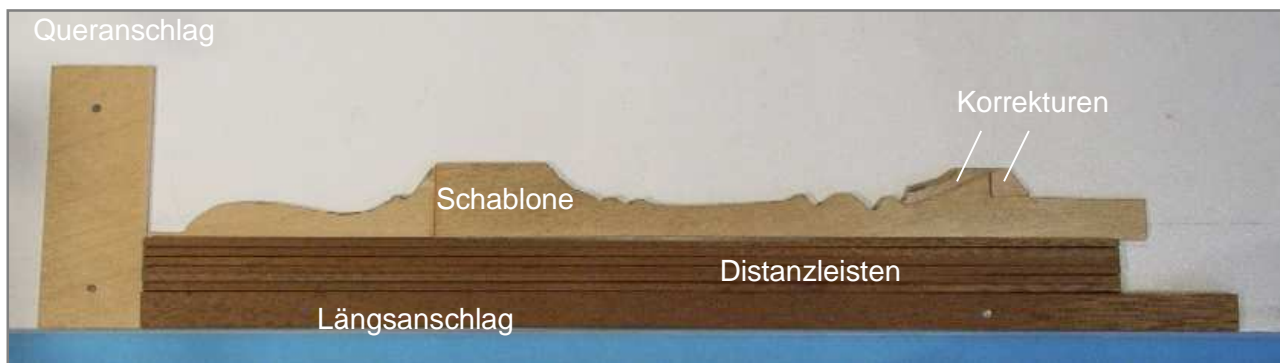


Reitstock, Messingblech, Spindelstock von hinten

Die Drechseleinheit wird nun parallel zur Grundkante des Grundbretts auf diesem so befestigt, dass die Wellen der drei Baugruppen exakt fluchten. Ungenauigkeiten in der Höhe lassen sich durch untergelegte Papier- oder Folienstreifen ausgleichen. Wenn die Wellen des Spindelstocks und des Reitstocks nicht exakt fluchten, lassen sich keine dünnen Durchmesser dreheln, da das Holz vorher bricht. Durch die Materialstärke des Messingblechs im Arbeitsbereich kann die Höhenlage des Drechselstahls eingestellt werden. Zusätzlich dient das Blech als Gleitfläche für die Sockelstifte des Werkzeugkopfs.

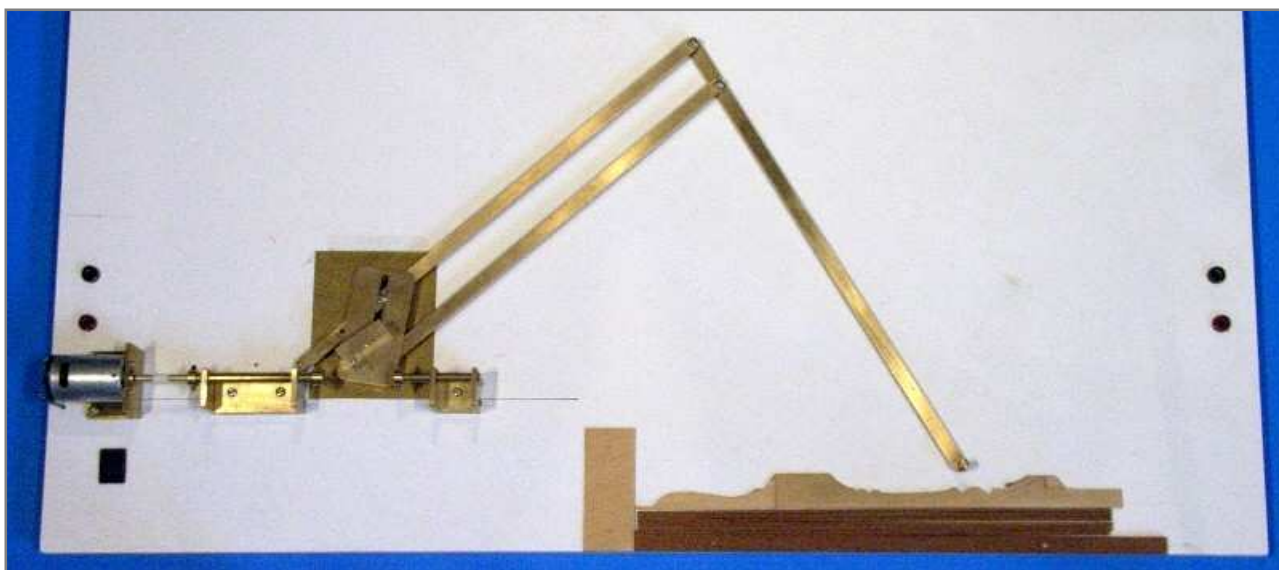
Die Schablone

Bei Rechtshändern werden für die Schablone rechts neben der Drechseleinheit zwei Anschläge angebracht. Der Längsanschlag muss exakt parallel zur Grundkante des Grundbretts und damit zur Längsachse der Drechseleinheit angebracht werden. Um die exakte Lage des Queranschlages zu bestimmen, wird der Pantograph an seinem Fixpunkt O nahe des Spindelstocks eingesetzt und der Abtaststift R soweit in Richtung Drechseleinheit bewegt, dass der Drechselstahl von der Spindelwelle noch ungefähr 2 mm Sicherheitsabstand hat. An dieser Stelle wird nun senkrecht zur Grundkante der Queranschlag befestigt.



Anschläge, Distanzleisten und Schablone

Die Distanzleisten werden aus gut abgelagertem Hartholz geschnitten, da sie sich nicht mehr verbiegen sollten. Sie sind 2 mm stark und 4 mm hoch. Die Schablone wird aus 2 mm starkem Sperrholz ausgesägt. Es können nachträglich an ihr sehr einfach Korrekturen vorgenommen werden, in dem einfach passende Stücke angeleimt werden.



Die gesamte Anlage im Überblick

Das Drechseln

Um kleine Teile zu drechseln, eignet sich nur hartes und kurzfasriges Holz. Ich habe mit Obsthölzern, besonders Apfel und Birne, sehr gute Erfahrung gemacht. Schwer zu bekommen, aber optimal geeignet ist das sehr harte Olivenholz. Das Holz wird in 10 cm lange Vierkanteleisten mit einem Querschnitt von 3 x 3 mm gesägt. Wenn die Kanten der Leisten mit Schleifpapier gebrochen werden, passen sie sehr genau in die Hohlwellen und können mit den Madenschrauben fixiert werden.

Zum Drechseln werden nun so viele Distanzleisten zwischen Längsanschlag und Schablone eingelegt, bis der Drechselstahl eben das Holzstück berührt, wenn sich der Führungsstift an der tiefsten Stelle der Schablone befindet.

Nun wird bei laufendem Motor die Kontur der Schablone von rechts nach links und dann wieder zurück vorsichtig abgefahren, wobei am linken Ende der Schablone der Abschluss des Drechselteils noch nicht mit abgefahren wird, um das Holz nicht vorzeitig zu schwächen. Nach jedem Durchgang wird eine Distanzleiste entnommen, was zu Folge hat, das mit jedem Durchgang der Drechselstahl 0,2 mm mehr abträgt. Hat man den gewünschten Durchmesser der Drechselteils erreicht, wird nun vorsichtig das linke Ende abgefahren, bis nur noch ein winziger Zapfen stehen bleibt. Das Vierkantholz wird nun gewendet, und das andere Ende bearbeitet.

Die Oberfläche des fertigen Drechselteil ist je nach Holzart so glatt, dass sie nicht weiter bearbeitet werden muss.

Auf diese Weise lassen sich fast mühelos gedrechselte Durchmesser von 1 mm und weniger realisieren, also auch kleinste Belegnägel und dergleichen. Wie aus den Speichen nun Steuerräder entstehen, ist Thema eines eigenen Artikels aus der Werkstatt der



Eine Steuerradspeiche entsteht



Fertige Speichen, noch am Stück



Die Vorlage - das Ergebnis braucht sich nicht verstecken