

# Bauanleitung Schickard'sche Rechenmaschine

2019-12-18, jw

## 1. Übersicht Baugruppen

Die Teile der Maschine gliedern sich in fünf Gruppen:

- Speicherwerk (memory unit)
- Addierwerk (adder unit)
- Multiplikationswerk (napier unit)
- Seitenwände
- Übrige und optionale Teile

## 2. Material und Werkzeug

- Lasercut Bausatz Birkensperrholz 3.2mm
- ca. 50 Zahnstocher, 2mm Durchmesser
- Weisser Holzleim (Bindulin Propellerleim, Ponal Express, ...)
- Kerzenstummel
- Schleifpapier Körnung 180
- Kreppklebeband
- viele Wäscheklammern
- kleine Feilen
- Sortierhilfen (Schalen, Plastikbeutel)
- Arbeitstisch gross.

## 3. Speicherwerk (memory unit)

Dieses Werk ist einfacher als die anderen, und sollte zuerst zusammengebaut werden.

Das Speicherwerk ist eine flache Kiste (ca. 33cm lang, 3cm hoch, 7cm tief) am unteren Ende der Maschine.

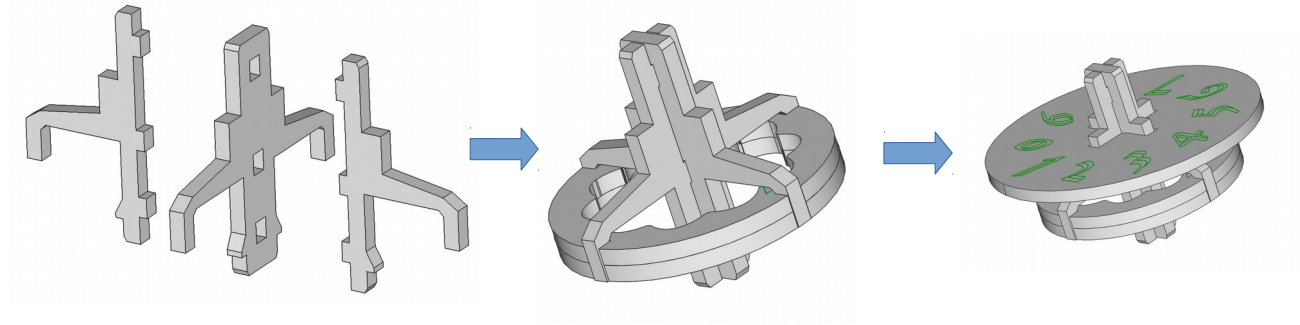
Auf der Oberseite sind sechs Drehknöpfe und sechs Fenster, die je eine Ziffer zeigen. Zu Beginn einer Multiplikation wird hier eine der beiden Zahlen durch die Drehknöpfe eingestellt.

Die Unterseite hat Aussparungen, um einen Blick in den Mechanismus zu erlauben.

## 6 Einstellräder

1x Welle Mittelteil, 2x Welle Seitenteil, 2x Zahnring, 1x Ziffernscheibe.

Auf den Zahnringen ist eine Ziffer "4" angebracht. Diese soll genau unter der grossen "4" auf der Ziffernscheibe liegen. Die Ziffernscheibe wird nicht verklebt, nur lose aufgelegt.



## 6 Knöpfe,

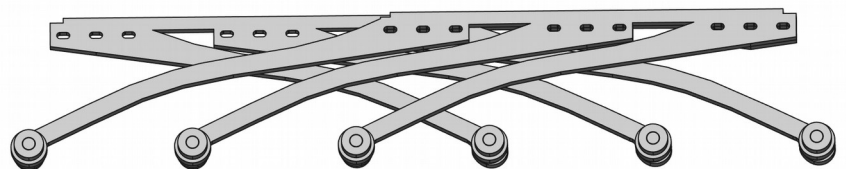
bestehend aus je zwei grossen Teilen, einem kleinen ohne Loch, einem kleinen mit Loch. Weitere 6 Knöpfe werden je für das Addierwerk und Multiplizierwerk benötigt, also insgesamt 18.

Zum Verleimen der Knöpfe sollte eine fertige Welle als Positionierhilfe verwendet werden. Sparam leimen. Es soll kein Kleber ins Innere gelangen!



## Plattfeder

6x Achse 4mm, 12x Ring 8mm, 6x Ring 11mm, Federteil gross, Federteil klein, Die Federteile nur um die Langlöcher herum verkleben. Die Arme bleiben beweglich. Die kleinen Ringe sitzen fest auf den Achsen, der grosse Ring soll leichtgängig laufen. Alle 6 grossen Ringe sollen auf gleicher Höhe positioniert werden. Bei den drei oben liegenden Armen wird die Welle weiter durchgesteckt, und je ein kleiner Ring kommt auf die Rückseite.



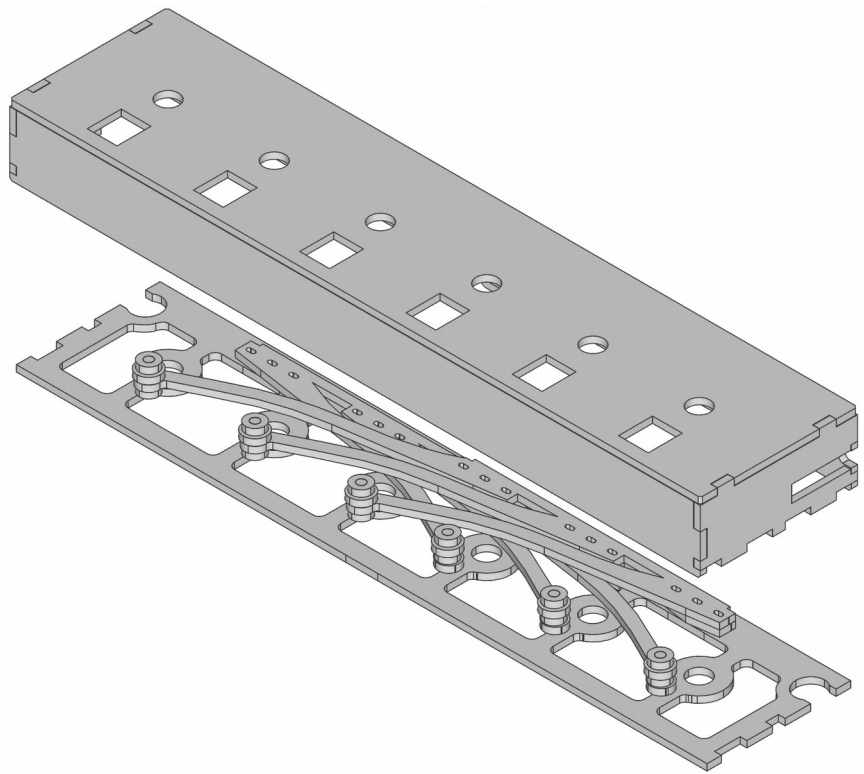
## Gehäuse

In die Bodenplatte werden 15 kurze Stücke Zahnstocher eingeleimt. Die Feder wird dort vorerst nur aufgesteckt, so dass die Zahnstocher mittig in den Langlöchern sind. Sollten später die Zahlen nicht mittig in den Fenstern stehen, kann die Feder noch justiert werden. Dann mit einem kleinen Punkt mit der Bodenplatte verleimen.

Zum Verleimen der Seitenteile und des Gehäuseoberteils Kreppband zum fixieren verwenden. Die Bodenplatte wird nicht mit dem Gehäuse verleimt, nur gesteckt.

Die Endmontage mit allen Wellen und Ziffernscheiben ist fummelig. Sobald alles seinen richtigen Platz hat, sollte die Bodenplatte mit Kreppband gesichert werden. Später ist sie durch die Seitenwände gesichert.

Die Knöpfe werden am Schluss auf die Wellen aufgesteckt, nicht verklebt.



#### 4. Multiplikationswerk (napier unit)

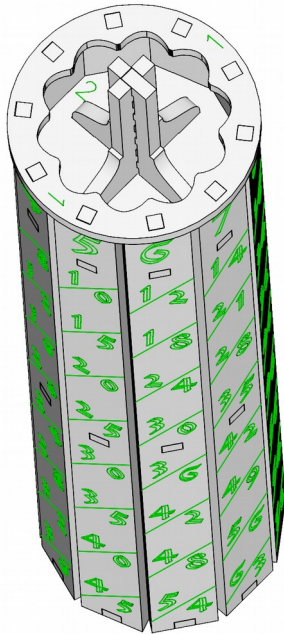
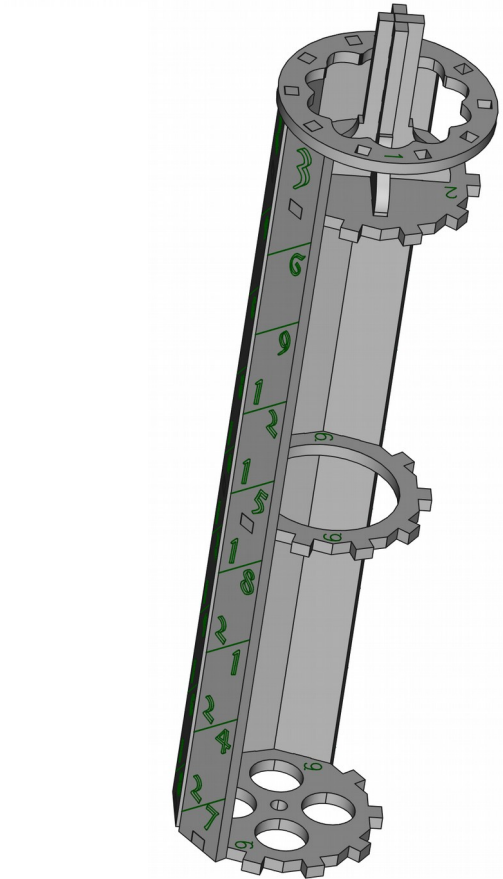
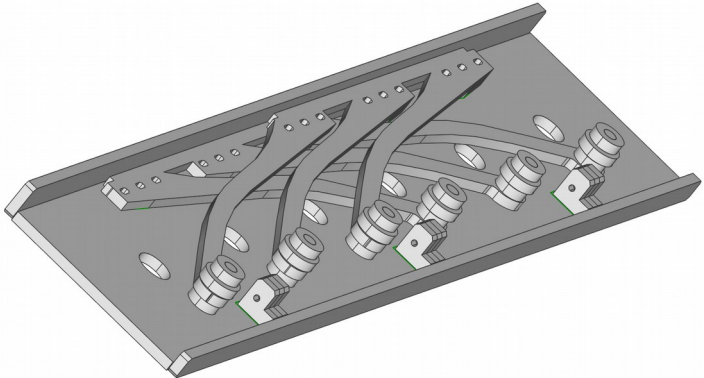
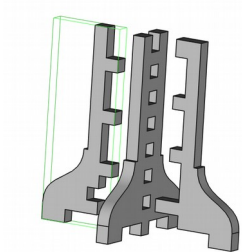
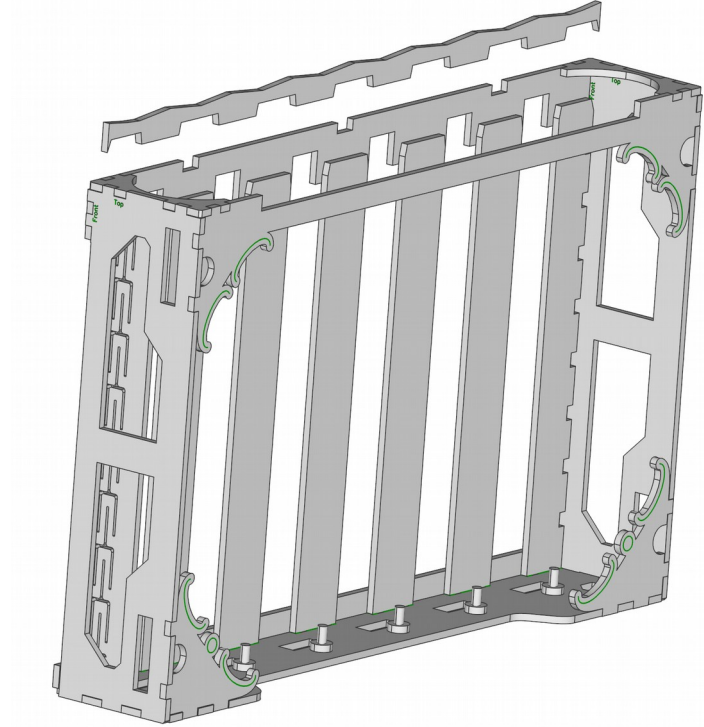
Dies ist der obere Teil der Maschine, wo Multiplikationen durchgeführt werden. Benannt nach John Napier welcher die Neperschen Rechnstäbe erfand. Siehe auch [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Napier](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Napier)

Dieser Teil sollte nach dem Speicherwerk gebaut werden, da er aufwändiger ist.

Das Multiplikationswerk ist eine Kiste (ca 33cm x 21cm x 6cm) mit 6 aufrecht stehenden Walzen. Die Rückseite ist offen, um Anordnung der Walzen zu zeigen. Die Vorderseite wird von 8 Schiebern verdeckt, die in den Schlitzten der Seitenwände stecken und nicht mit dem Multiplikationswerk verbunden sind. Die Schieber können jeweils eine Zeile in der Multiplikationstabelle abdecken oder freigeben. An einer Seite wird eine Zick-Zack Plattefeder mit 8 Federarmen eingekebt, so dass die Köpfchen der Feder jeweils 2mm aus der Front herausragen. Diese Köpfchen bremsen die Schieber.

Im Deckel wird nocheinmal die gleiche Federkonstruktion eingebaut wie im Speicherwerk. Hier sind allerdings die Löcher für die Zahnstocher nicht gebohrt, da diese sonst oben sichtbar wären. Die Federteile sollten nur punktuell verklebt und in den Deckel eingeklebt werden. Eventuell ist eine Nachjustage nötig, damit die Ziffern mittig in den Fensterchen stehen. Der Deckel wird nicht mit dem Rest der Einheit verklebt. Die Knöpfe werden erst nach Einbau in den Seitenwänden aufgesteckt, nicht verklebt.

Abbildungen:



## 5. Addierwerk (adder unit)

Das Addierwerk ist eine Kiste (ca. 33cm x 8cm x 8cm) in der Mitte der Maschine. Auf der Vorderseite sind sechs Räder mit Knöpfen. Jedes Rad hat 10 Löcher und kann mit einem 6mm Rundstab oder einem Stift bedient werden. Die Oberseite hat sechs Fensterchen, die das Rechenergebnis anzeigen.

Die Kiste hat keinen Boden und die Rückseite ist durchbrochen, so dass der komplizierteste Teil der Maschine gut sichtbar ist: Das Räderwerk. Dieser Mechanismus dient dem Zehnerübertrag zur jeweils nächsten Stelle. Siehe [https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_Schickard](https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Schickard) Wilhelm Schickard war vermutlich der erste, der einen solchen Mechanismus konstruiert und gebaut hat.

Die Knöpfe des Addierwerks werden auf Lochscheiben montiert. Die Position der '0' ist mit einer kleinen Kerbe auf der Lochscheibe markiert.

Die Ziffernwalze wird aus einem verzahnten Ring, einer Scheibe und 10 Ziffernplättchen aufgebaut. Auf Ring und Scheibe ist die Position der '0' jeweils durch ein Rechteck markiert.

Die Wellen bestehen aus drei Teilen, die kreuzförmig verleimt werden. Es gibt zwei verschiedene Sätze Wellenteile, beschriftet "1, 100, 10.000" bzw. "10, 1.000, 100.000". Alle Zahnräder und Abstandskwadrte werden von hinten auf die Wellen gesteckt. Die Schrift zeigt nach hinten. Die grossen 10-Zähne-Räder haben die Position der '0' mit einem Strich markiert.

Die Reihenfolge der in der Teile auf die Wellen gesteckt werden, ist wie folgt:

3 Wellen "1, 100, 10.000":

- erst 2x Einzahn,
- dann 4x Abstandskwadrat,
- dann 2x 10-Zähne-Rad aufstecken.

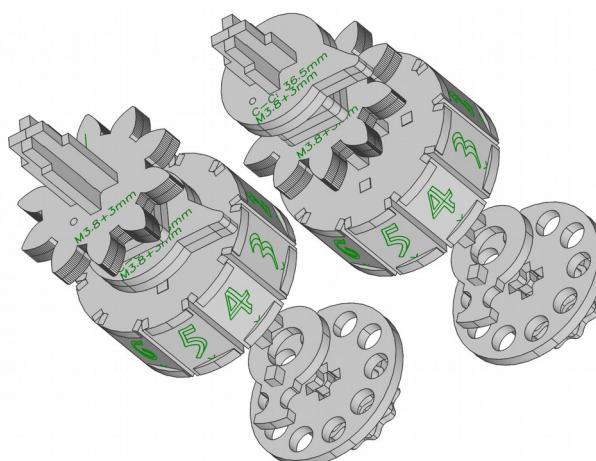
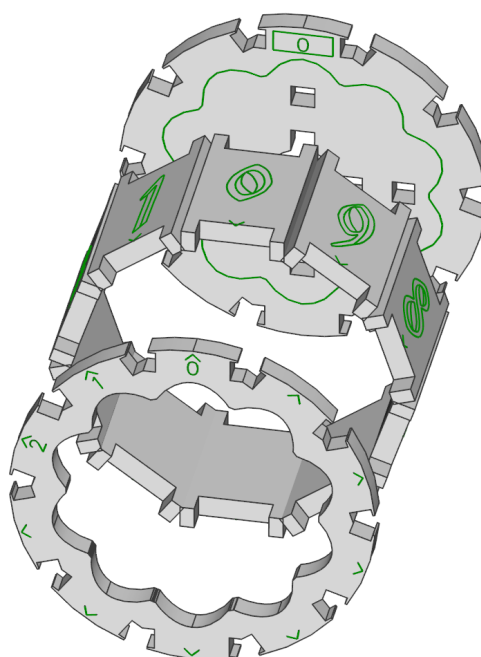
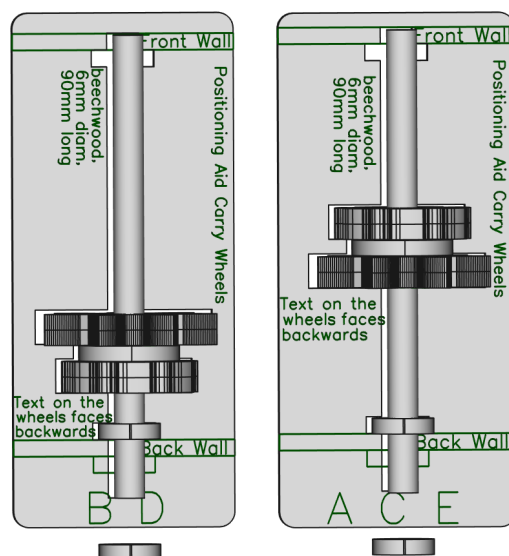
3 Wellen "10, 1.000, 100.000":

- erst 2x 10-Zähne-Rad,
- dann 4x Abstandskwadrat,
- dann 2x Einzahn aufstecken.

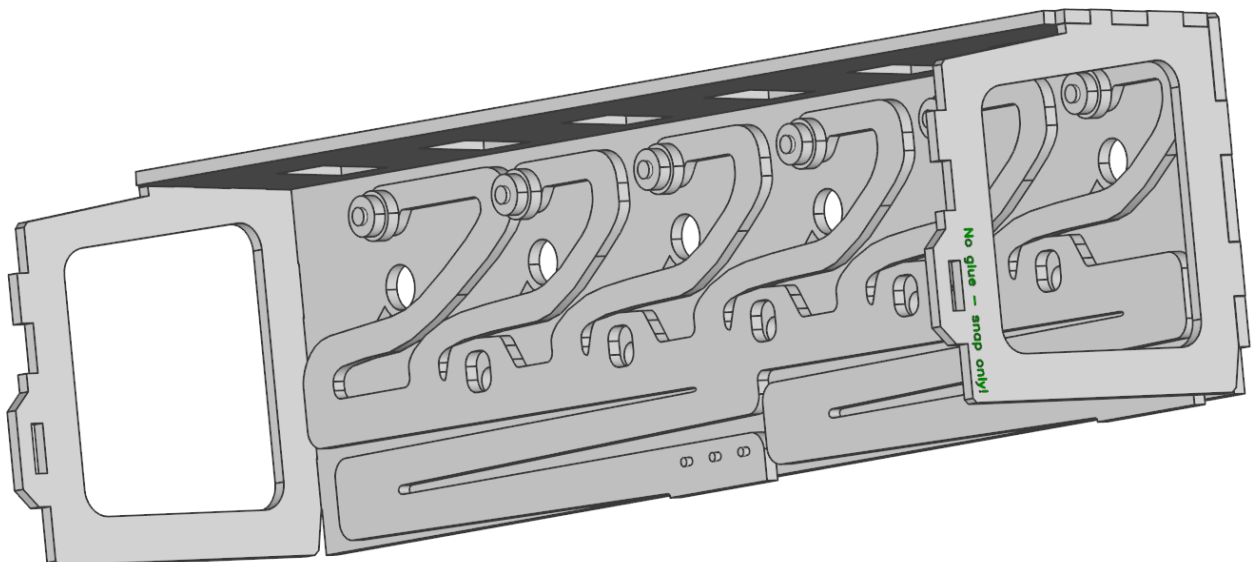
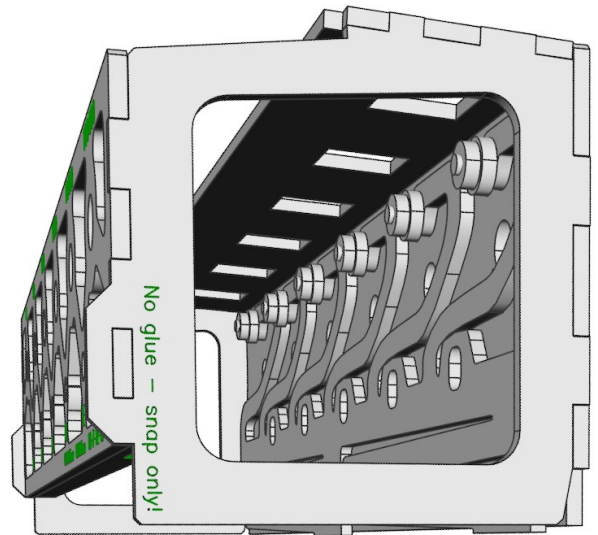
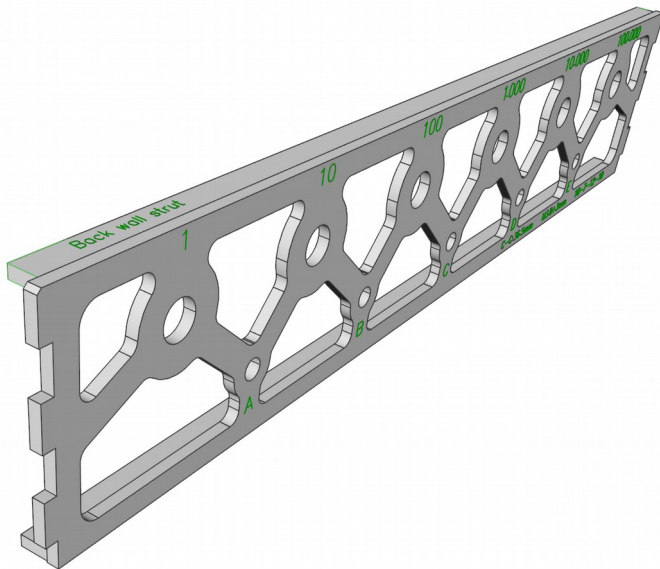
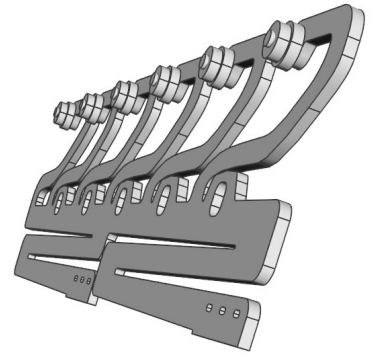
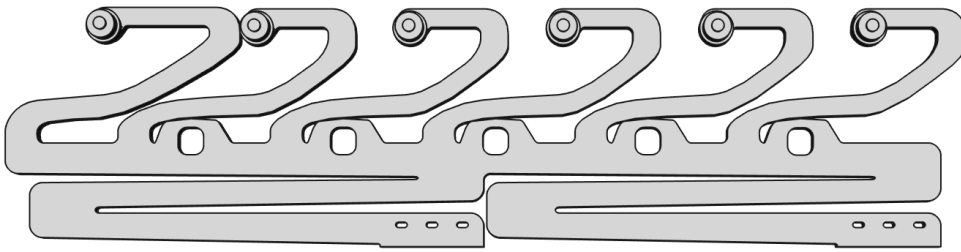
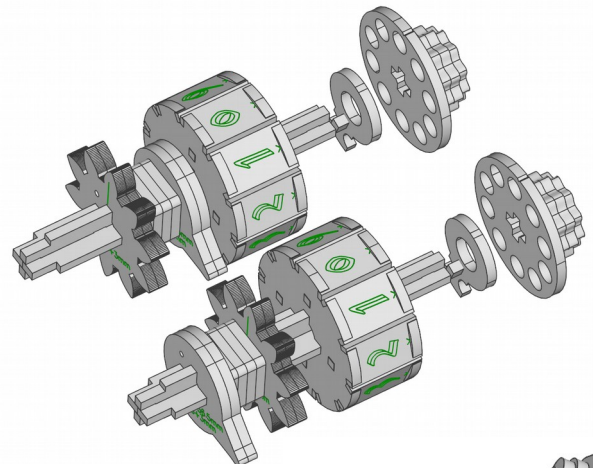
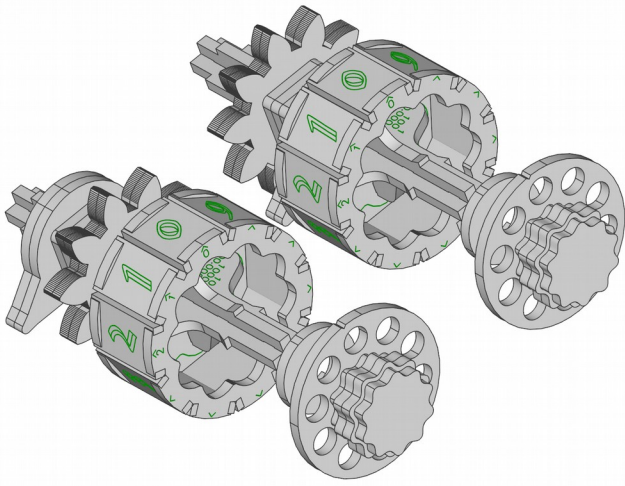
Dabei sind die beiden Zahnstocherlöcher immer links. Mit den Zahnstochern werden alle Teile genau ausgerichtet. Alle bis auf das letzte Teil werden ohne Leim aufgesteckt, nur das letzte Teil und die beiden Zahnstocher werden verklebt.

Die fünf Übertragswellen bestehen aus 6mm Buchenrundstäben, 90mm lang. Auf der Rückwand sind sie mit A, B, C, D, E beschriftet. Für bzw. A, C, E bzw. B, D gibt es jeweils eine Montagehilfe "Positioning Aid Carry Wheels". Diese haben passende Öffnungen für die Ringe und Räder. Auch hier werden zwei Zahnstocher zur genauen Ausrichtung montiert. Mit dem letzten Ring wird die Welle in der die Rückwand des Addierwerks befestigt, wie auf den Montagehilfe eingezeichnet.

This exploded view shows a mechanical assembly. At the top, there is a cylindrical component with a central shaft and a flange, positioned above a rectangular base plate with green markings. Below this, a long, thin, rectangular component with a central slot and a curved end is shown. The curved end has green markings that read "100" and "10.000". At the bottom, there is a circular component with a central flange and a long, thin, rectangular component extending from it. The circular component has green markings that read "100" and "10.000".







## 5. Seitenwände

Die Maschine ist modular aufgebaut. Jedes der drei Werke hat ein eigenes Gehäuse. Die linke und rechte Wand der Maschine halten die drei Werke in Position. Jede Wand besteht aus zwei Lagen Holz. Die innere Lage hat Aussparungen passend für die drei Werke. Zum Verleimen die beiden Lagen mit vielen Wäscheklammern exakt(!) fixieren.

Das Speicherwerk wird mit zwei Verbindern und zwei Keilen in den Wänden gehalten. Das Multiplizierwerk hat vier Verbindern und Keile, das Addierwerk keine.

Ein Wandverbinder besteht aus zwei gleichen Teilen. Diese werden mit Zahnstochern verstiftet und verleimt. Die lange gerade Grundfläche sollte geschliffen werden, damit die spätere Klebung auf der Seitenwand sehr gut hält. Für die genaue Positionierung aller Wandverbinder gibt es Positionierhilfen. Sollte bei einer Steckprobe ein Werk klemmen, dürfen die Öffnungen entsprechend ausgefeilt werden.

Es sind drei verschiedene Stärken Keile im Bausatz, insgesamt werden nur 6 Keile verwendet.

Abbildung:

