

## Nagelbank in Perfektion

*"In der Ruhe liegt die Kraft."*

*Alle Schiffsaggregate sind während des Einsatzes in heller Bewegung, nur die Nagelbank steht tief im Rumpf verankert wie ein Ochse, der am Berg einen Wagen zurückhält. Während um sie herum Mensch und Seil nur so herumwirbeln, hat sie selbst nur eine Haltefunktion. Nur leichtes Zittern und Knarren verrät die Kräfte, die da wirken.*

Das auf Abbildung 1 dargestellte Aggregat umfaßt wie die meisten Schiffseinrichtungen mehrere Funktionen. Hier sind es erstens das Anbinden von Seilen, zweitens das Führen von Seilen und drittens die Funktion als Beibosträger, dazu ergibt sich viertens bei den tragenden Säulen die Möglichkeit, Funktion und Schönheit zu verbinden.

Während das Funktionsteil zu erstens, nämlich das eigentliche Nagelbrett, keine erwähnenswerten Fertigungsschwierigkeiten beinhaltet, benötigt man zur Herstellung der Seilführung, bestehend aus einem Stamm mit Durchbrüchen und Rollen, einige Erfahrung, das hierbei angewandte Fertigungsverfahren wird jedoch bei der Herstellung von Blöcken behandelt und deshalb hier ausgeschlossen. Es bleiben demnach die genuteten Säulen und der Beibosträger. Also Schmutz über das Auto rennen, wenn von den angekündigten Bänken nicht viel übrig geblieben ist. Was aber übrig geblieben ist, sind Fertigungseinzelheiten, die sich vielleicht auch bei anderen ähnlich gearteten Teilen anwenden lassen.

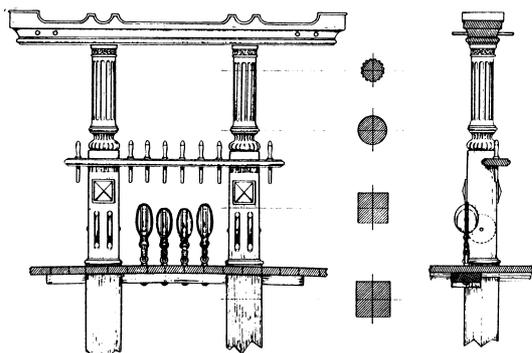
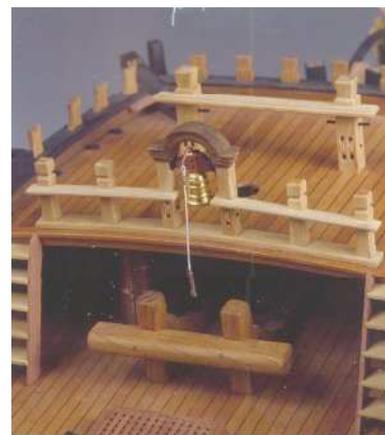


Abb. 1: Der auf Baumaße (1:40) verkleinerte Planausschnitt zeigt unsere Nagelbank.

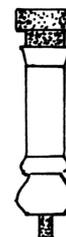


Abb. 2: Gedrechselte Säule mit Hilfszapfen.

### Kannelierte Säulen

#### 1. Drechseln

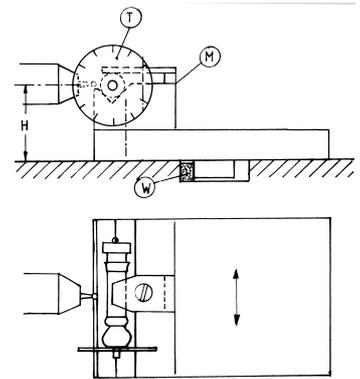
Die Möglichkeit zum Drechseln und der Vorarbeit hierzu wird hier einfach mal vorausgesetzt. Wenn es sich einrichten läßt, sollte man durch eine Verlängerung an der dünneren Seite gleiche Auflagedurchmesser schaffen. Wenn das jedoch versäumt wird, läßt sich die Auflagehöhe an der Nutenfräseinrichtung korrigieren. An die Spannseite dreht man vor dem Abstecken ein Zäpfchen zur Aufnahme der Teilscheibe an (Abbildung 2).

#### 2. Nutenfräsen (Kannelieren)

Der Versuch, zwölf Nuten in einen Stab von 5 mm Durchmesser parallel und in gleichen Abständen einzuschneiden, endet wahrscheinlich in der Klapsmühle. Also muß ein Weg gefunden werden, der der Gesundheit zuträglicher ist. Der erste Gedanke geht in Richtung der Methode, die bei der Gangspillsäule angewandt wurde, also auf der kleinen Kreissäge. Nur hierbei wird der Nutengrund scharfkantig, und vor allem wäre die Nute durchgehend. Wer jetzt eine großartige Idee erwartet, braucht erst gar nicht weiterzulesen, wer sich aber mit einem zwar mühsamen, aber letztlich funktionierenden Arbeitsablauf zufrieden gibt, ist auf der richtigen Seite. Die hierzu passende Einrichtung wurde im Beitrag "Kleine Spiralbohrer fabrikneu anschleifen" ("ModellWerft" 1/2000) eingesetzt. (Siehe auch Kleine Spiralbohrer fabrikneu schleifen).

Es handelt sich um ein waagrecht eingespanntes kleines Bohr-Schleif-Gerät (Firma Proxxon) mit einem einfachen Schlitten. Der dort dargestellte Schlitten wird hier statt der Gabel mit einem Spannbockchen ausgerüstet (Abbildung 3). Außerdem ist die Führungsschiene (Teil 2) in ihrer Breite reduziert.

Abb. 3: Mit der Mehrzweckeinrichtung werden die Nuten eingefräst.  
 W = Wechselleiste;  
 T Teilscheibe;  
 M = Markierungslinie;  
 H = Höhe Spindelmitte.



Fertigungsprobleme sind keine erkennbar. Auf den ersten Blick alles einfache Sägearbeit, der zweite trifft auf die Prismennute. Auch einfach - nur die Lage gibt zu denken, wenn nämlich die Säule eingelegt ist, muß ihre Mitte auf der Höhe "H" (der Fräsermitte) liegen (in unserem Falle 20 mm). Messen läßt sich die Höhe jedoch erst, wenn das Stäbchen drinliegt. Aber dieses wiederum läßt sich erst einlegen, wenn die Nute gesägt ist. Es muß also ein Punkt gemessen werden, der in der Luft liegt. Das geht nur auf Umwegen (siehe Abbildung 4). Die Vorgehensweise läßt sich aus diesem Bild ableiten: Der erste Schritt erfolgt auf dem auf 45 Grad gestellten Säge Tisch nach oben gegen den Anschlag gedrückt (siehe Abbildung 5). Der Zweite auf dem nach der anderen Seite geschwenkten Tisch mit dem Anschlag nach unten. Die Maßgabe beim ersten Schnitt ist die Erreichung einer spitzen Auslaufkante. Diese muß nach Abschluß der Sägeoperation gebrochen werden, um dem Fräser Zutritt zu gewähren. Die richtige Lage des zweiten Schnittes ergibt sich durch die Erreichung des Maßes  $D \times 1,4$ . Die Säge tiefe "S" entspricht dem Durchmesser der Säule, wobei der Einschnitt bei Verwendung eines dünnen Sägeblattes (zirka 1 mm) ruhig etwas tiefer sein kann. Die gesamte Maßfindung baut darauf auf, daß die Oberkante des Aufnahmeböckchens auf der Höhe "H", also auf Mitte Fräser, liegt.

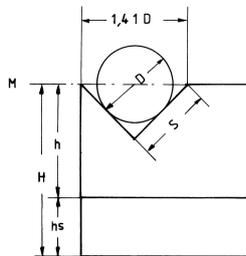


Abb. 4: Lage eines Rundkörpers in einem Prisma ( $D = S$ ;  $h = H - hs$ ): M = Spindelmitte; S = Schnitttiefe; hs = Schlittenthöhe.

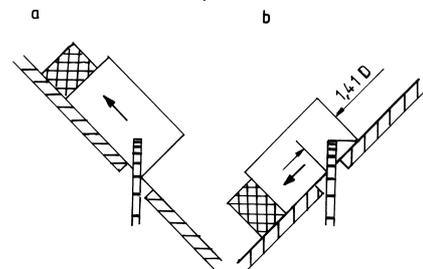


Abb. 5: Prisma sägen auf schräg gestelltem Tisch: a = erster Schnitt; b = zweiter Schnitt.

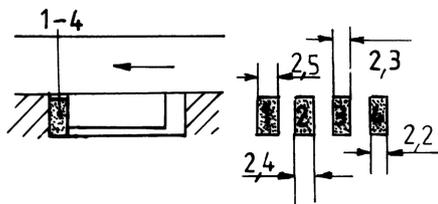


Abb. 6: Wechselleisten für Nutentiefe 0,3 mm bei 0,1 mm Zustellung.

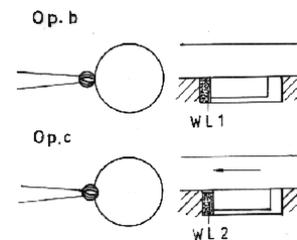


Abb. 7: Fräsen mit Zustellung durch Wechselleisten.

Weitere noch zu erwähnende Teile sind die vier Wechselleisten - nicht der Fertigung, sondern der Funktion wegen (siehe Abbildung 6). Bei einer angenommenen Tiefe der Säulennuten von 0,3 mm ergibt sich eine Reduzierung der Leisten um je 0,1 mm (2,5 Nullleiste, 2,4, 2,3, 2,2). Die jetzt folgende Aufzählung von Einzeloperationen geht zum Teil schon aus den bisherigen Beschreibungen hervor.

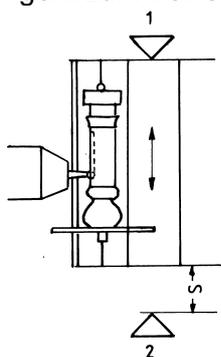


Abb. 8: Fräsen zwischen zwei Anschlägen (Arbeitsschritt d).



Abb. 9: So sieht das Ergebnis aus.

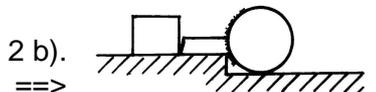
## Arbeitsablauf

- a) Vor dem Aufspannen wird an eine Stirnseite der Säule eine mit entsprechenden Teilstrichen versehene Teilscheibe aus dünner Pappe aufgeklebt (siehe Abbildung 3). Die Oberkante des Auflagebockes dient als Markierung. Die Spannung erfolgt mit der Spannpratze.
  - b) Das jetzt zum Einsatz kommende Werkzeug ist ein Kugelfräser mit 0,6 mm Kugeldurchmesser. Es wird vor Ort gebracht, indem man den Schlitten bei eingelegter Nullleiste (2,5) auf das Werkzeug zudrückt (Abbildung 7, Op. b). Der Fräser selbst wird bei gelöstem Futter bis zur Berührung der Säule vorgeschoben und dann festgespannt. Nachdem die Nullleiste (2,5) entnommen und die nächstdünnere (2,4) eingelegt ist, wird der Schlitten vorsichtig auf das laufende Werkzeug zugerückt. Dabei dringt der Kugelfräser um den Differenzbetrag der beiden Leisten in die Säule ein (Abbildung 7, Op. c).
  - d) Die Nute kommt jetzt zustande durch langsames Hin- oder Herführen des Schlittens unter Orientierung zum Werkzeug hin (Abbildung 8). Die zwischen zwei Anschlägen zu fahrende Strecke "S" ist um Fräserdurchmesser kleiner als die Nutenlänge. Die Anschläge können provisorisch sein. Erst wird Anschlag 1 befestigt, dann bei Zwischenlage eines Hilfsstückes mit der Dicke "S" der zweite. Das genaue Verhältnis von der Säule zum Werkzeug wird eingestellt durch Verschieben des Werkstückes unter der Spannpratze. Hierbei ist die Stellung der Teilscheibe zu beachten. Um ein Verstellen bei der nächsten Teilung zu verhindern, wird ein Stift gesetzt.
  - e) Während jetzt der Schlitten vom Werkzeug weggedrückt wird, wird die Wechselleiste 2,4 durch die nächste (schmalere) ersetzt.
- Dann wiederholen sich die Vorgänge c und d ohne Einstellarbeiten. Das Gleiche geschieht bei den weiteren Wechselleisten.
- f) Um die Säule zur nächsten Nutenposition takten zu können, muß der Schlitten wieder vom Fräser weggeschoben und abgehoben werden. Die Teilung erfolgt nach Lösen der Spannpratze, wobei die neue Position wie unter a durch Übereinstimmung des nächsten Teilstriches mit der Spannbockoberkante zu Stande kommt. Jetzt wiederholen sich die Schritte c bis f (ohne die Einstellvorgänge) pro Nute. Und wenn alles geklappt hat, sieht die Säule zum Schluß so aus wie auf Abbildung 9.

## Die Trägerschiene

Dieses in seiner Einfachheit elegant wirkende Trägerelement ist zu einer Zeit entworfen worden, als man die Frage nach der Möglichkeit einer rationellen mechanischen Bearbeitung noch nicht zu stellen brauchte: Während für die unteren Seitenpartien ein unmögliches Fräs Werkzeug eingesetzt werden müßte, läßt sich die obere Randpartie in Teilbereichen tatsächlich nur mit den Stecheisen herstellen. Das gilt auch für das Modell.

Abb. 13: Radius manuell einschleifen (Arbeitsschritt 2 b).



Da der Schiffsarchitekt nicht mehr erreichbar ist, muß man sich auf eine Art Schadensbegrenzung beschränken. In diesem Fall heißt das, den massiven Balken in fertigungsfreundliche Elemente zu zerlegen, ohne dem Erscheinungsbild zu schaden.

Es nützt zwar niemandem und es ist auch nicht sehr witzig, aber ich sage es trotzdem: An dieser Zerlegung habe ich einige Tage gebrütet. Und so sind aus dem einen vom Zimmermann bearbeiteten Balken 13 Einzelteile geworden (Abbildung 10). Damit sind zwar die Schwierigkeiten nicht gerade 13-mal geringer, aber mit der Hälfte sollte man auch schon zufrieden sein.

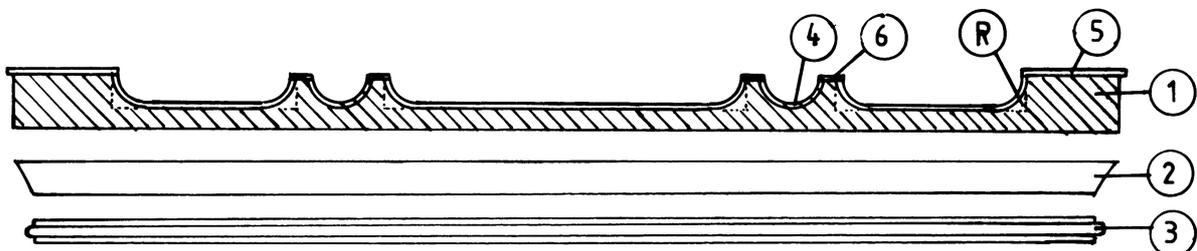


Abb. 10: In 13 Einzelteile zerlegte Trägerschiene

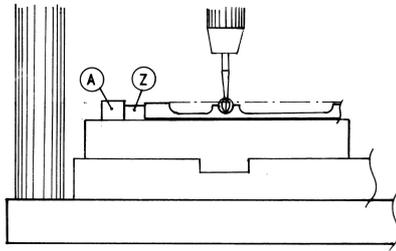


Abb. 11 : Radien einfräsen mit dem Kugelfräser (Arbeitsschritt 1 b);  
 der Schlitten ist auf einem kleinen Bohrständer befestigt:  
 A = Anschlag; Z = Zwischenstück pro Randnute.

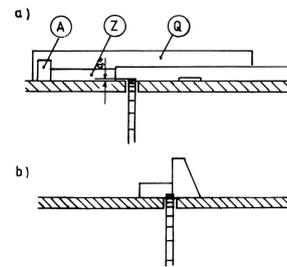


Abb. 12: Flächen tieferlegen (Arbeitsschritt 1 c):  
 a = gegen Querschlitten (Q), A = angeklebter Anschlag,  
 Z = Zwischenstück pro Kante; b = am Längsanschlag.

Abb. 14: Fertig ist die Nagelbank!

==>

## Arbeitsablauf:

### Ablauf Teil 1

- Teil 1 Sägen, Seitenflächen mit 0,1 mm Zugabe, Höhe und Länge fertig.
- Radien einfräsen mit Kugelfräser. Schlitten (wie bei Säule) auf kleinem Bohrständer (Abbildung 11). Funktioniert nur bei geringer Zustellung.
- Schraffierte Flächen 0,4 mm tief einsägen, indem man Schnitt neben Schnitt legt (Abbildungen 10, 12).
- Ausnahmen der Oberseite einsägen bis an Radien (ähnlich 1 c). 1e) Zwölf Radienbereiche "R" von Hand nacharbeiten.

### Ablauf Teil 2

- Teil 2 sägen auf Fertigmaß.
- Kanten mit Kugelfräser runden oder Schräge sägen und mit Schmirgelholz nacharbeiten (Abbildung 13).

### Ablauf Teil 3

- Teil 3 sägen auf' Fertigmaß.
- Kanten einsägen und Mittelpartie manuell runden.

### Ablauf Teil 4

- Zweimal Teil 5 und viermal Teil 6 sägen (Flächenmaße mit Zugabe, um Ausrichtfehler ausgleichen zu können).
- Ringe Teil 4 herstellen (da die Trennlinie unter Mitte liegt, lassen sich aus einem Ring zwei Halbringe fertigen). Die Bohrung wird in eine größere Platte (mindestens 3 x D) mit einem Holzbohrer gebohrt. Wenn's trotzdem reißt, wird die Platte mit Weißleim auf eine Holzunterlage geklebt und nach dem Bohren mit Wasser abgelöst. Der Außendurchmesser kann, wenn er vor dem Bohren angerissen wurde, mit dem Kleinstechisen (eines unserer Schnitzwerkzeuge) vor- und mit dem Schmirgelholz nachgearbeitet werden. Als Hilfe dient eine mit Leder beklebte Zange oder ein Holzdorn, auf den die Ringe aufgeschoben werden. Wenn der Dorn auf' einer Dreheinrichtung gedreht wurde und ganz gering konisch ist, lassen sich dort mehrere Ringe gleichzeitig außen schmirgeln.

### Ablauf Teil 5

- Ein sicherer Weg, um Teil 1 mit Teil 2 beziehungsweise Teil 1/2 mit Teil 3 zu verleimen, ist die vorherige Fixierung mit 0,8er Drahtstiften. Der Druck kann erreicht werden durch Klammern oder durch Umwickeln mit Garn. Da trotz der Stifte geringe Verschiebungen möglich sind und auch sichtbar werden, sollte man ein Klebemittel verwenden, das über längere Zeit eine Korrektur zulässt, also Zweikomponentenkleber.
- Das Aufkleben der vier Halbringe erfolgt mit Hilfe eines Ausrichtdorns mit entsprechendem Durchmesser. Nach dem Abbinden wird die Kopffläche egalisiert.
- Für die dünnen Kopfplatten (zweimal Teil 5 und viermal Teil 6) kann auch Weißleim verwandt werden, weil die Zugabe nach dem Abbinden eine Korrektur der Außenränder zulässt.
- Als Abschluß werden die sechs Viertelradien mit einem Formschmirgelholz, und die beiden Halbradien mit einem Rundschmirgelholz nachgearbeitet beziehungsweise die überstehenden Kopfplatten egalisiert.
- Daß die beschriebenen Vorgänge auch realisierbar sind, zeigt die Abbildung 14. Da steht die Nagelbank zusammengebaut und an Ort und Stelle.

