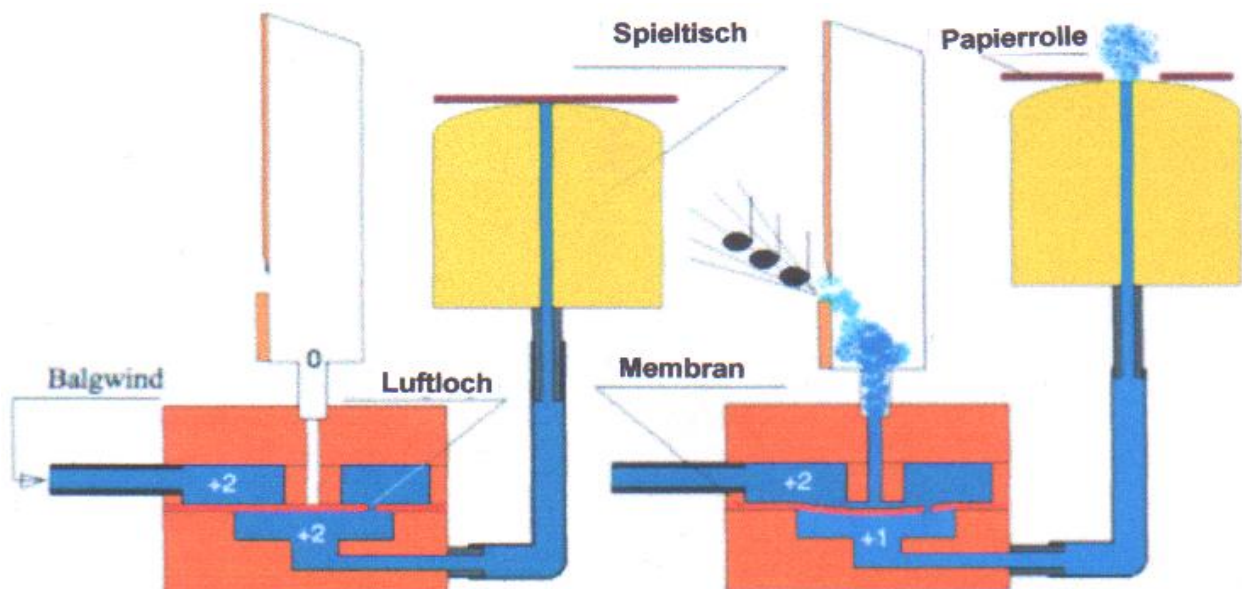


5. Windlade

Arbeitsprinzip eines Ventils der Windlade (siehe auch S. 10)

Das Ventilsystem (Abluftprinzip) besteht aus zwei Kammern, die durch eine elastische Membran voneinander getrennt sind. Die obere Windkammer wird durch den Balg gefüllt, die untere durch ein Luftloch in der Membran. Wenn das Papier des Notenbandes das Loch im Spieltisch abdichtet, haben beide Kammern den gleichen Druck (+2). Der Spieltisch ist über einen Schlauch mit der unteren Kammer verbunden. Ist nun ein Loch im Notenband, dann entweicht Luft durch das Loch im Spieltisch und der Druck sinkt in der unteren Kammer (+1). Der Überdruck in der oberen Windkammer (+2) drückt die Membran nach unten und der Wind kann durch das Ventilloch nach oben zur Pfeife strömen, die dann anspricht. Sobald das Loch im Spieltisch wieder geschlossen ist, wird der Druck in der unteren Windkammer durch ein kleines Luftloch in der Membran wieder auf den gleichen Druck (+2) kommen wie in der oberen Kammer, damit die Membran wieder den Luftstrom zur Pfeife unterbricht.



Richtige Einstellung des Ventils (siehe auch S. 10)

Damit die Ventile der Windlade richtig arbeiten, müssen die Luftlöcher in den Ventilmembranen die richtige Größe haben. Als Faustregel gilt, dass der Durchmesser des Luftlochs die Hälfte des Lochdurchmessers im Spieltisch betragen soll. Außerdem darf das Volumen der unteren Kammer mit dem Unterdruck nicht zu groß sein, damit der Unterdruck durch das kleine Luftloch ohne Zeitverlust wieder ausgeglichen werden kann, damit der Ton nicht länger klingt. Dann würden auch die kleinen Pfeifen, bei denen der Kernspalt sehr eng ist, nicht schnell genug schließen und schnell aufeinander folgende gleich Töne würde als ein langer Ton erklingen. Das Luftloch muss für die kleinsten Pfeifen etwas größer sein.

Deshalb sollten die Maße für die Ventilkammern nicht von denen in den Zeichnungen groß abweichen. Keinesfalls darf die Multiplexplatte für die unteren Windkammern dicker als 4 mm sein. Dünnere kann sie sein.

Werkzeug und Material

Bei 4 mm starke Multiplexplatten ist es nicht immer einfach diese splitterfrei zu bohren, wenn die Löcher größer als 10 mm sein sollen. Deshalb macht man dies am besten mit Forstnerbohrern oder Lochsägen. Die Windlade ist für 19 Pfeifen vorgesehen und hat 19 Ventile. Das zwanzigste Ventil für die größte Basspfeife wird unter dem Balg separat montiert.

Vorbereitungen

Zeichne zuerst die Lagen der Bohrungen von Zeichnung T5-3 für die verschiedenen Ebenen der Windlade im Maßstab 1:1 auf ein Blatt Papier, das dann als Schablone benutzt werden kann.



Auf der nächsten Seite wird eine Zusammenstellung der Ebenen der Windlade gezeigt. Am rechten Rand sind die einzelnen Lagen nummeriert. Im Text wird darauf verwiesen.

Benötigt werden:

3 Bretter 4 mm Multiplex 400 mm lang u. 110 mm breit.

2 Bretter 4 mm Multiplex 400 mm lang u. 95 mm breit.

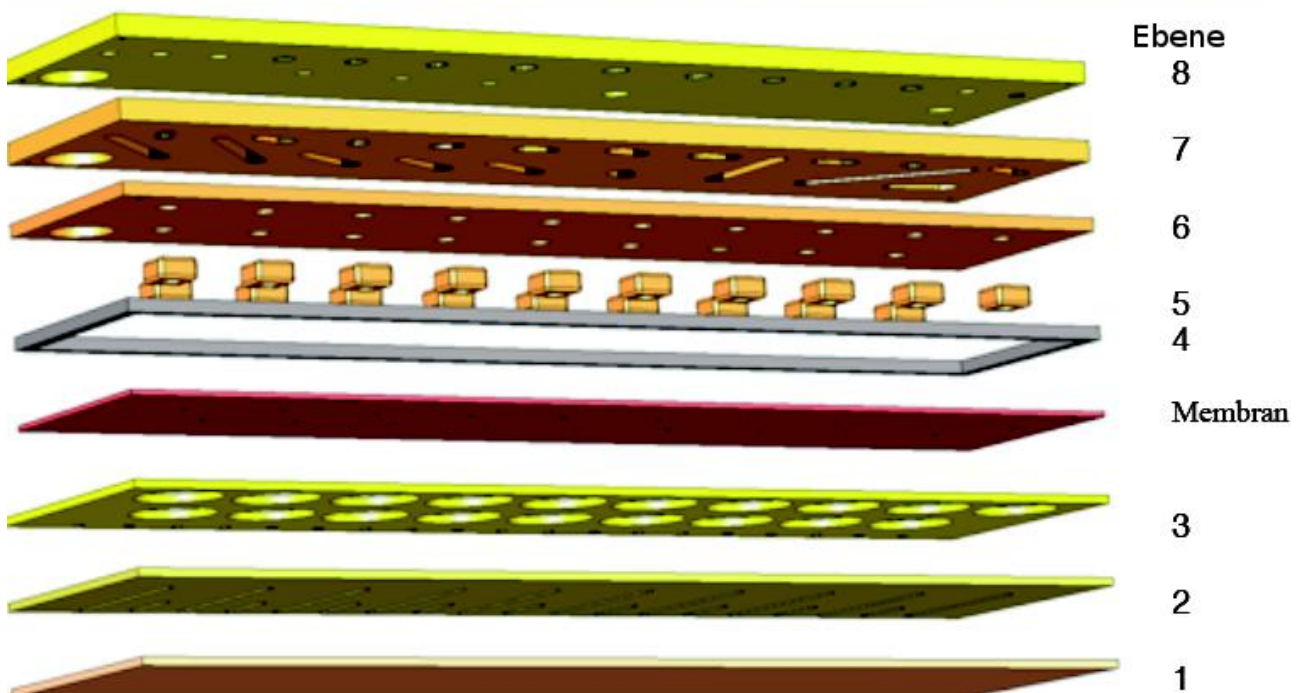
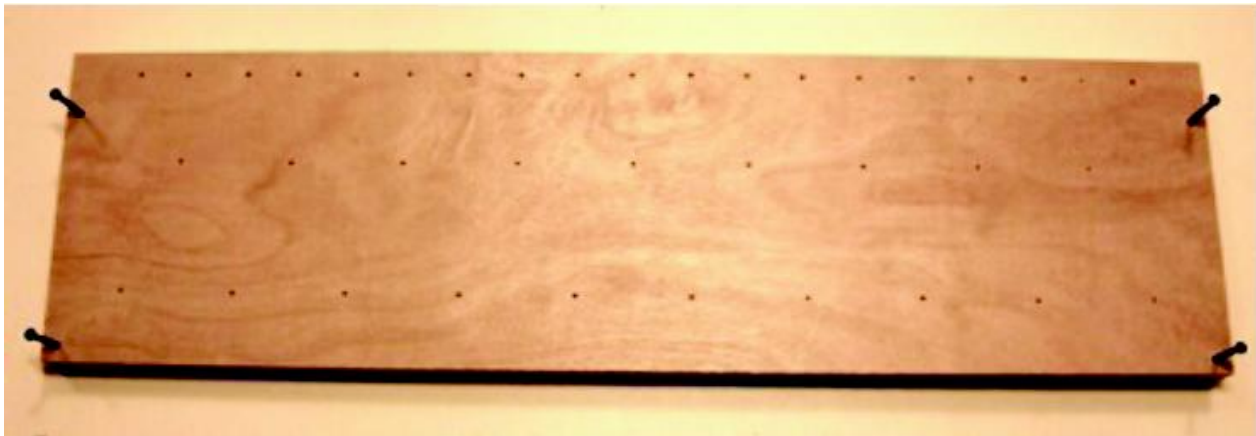
1 Brett 8 mm Multiplex 400 mm lang u. 95 mm breit.

In dem folgenden Text werden die Lagen 1, 2, 3, 6, 7 u. 8 mit Platte #1, #2, #3, #6, #7, u. #8 bezeichnet.

- Lege die Schablone bündig auf die Platte #2 mit den Maßen 400 mm x 110 mm.
- Übertrage alle Kreismittelpunkte mit einem spitzen Gegenstand durch die Schablone auf die Platte (ausgenommen die rote Markierung).
- Spanne nun alle sechs Platten übereinander (Platte 2 oben!) und bohre mit den 2 mm Bohrer die vier Fixierlöcher durch alle Platten.
- Fixiere die Platten #2, #3, #6 und #7 übereinander mit 2 mm Fixierstiften.

Achtung:

- Platte #1 ist der Boden und wird nicht gebohrt.
- Platte #8 wird der Pfeifenstock, auf dem die Pfeifen stehen. Diese wird erst später bearbeitet.
- Bohre alle auf Platte #2 angezeichneten Punkte mit einem 2 mm Bohrer durch Platten #2, #3, #6 und #7.



Bau des Membranbrettes

Die Maße für die weiteren Bearbeitungen sind in Zeichnung T 5-2 zu ersehen.

Wir beginnen mit der Herstellung der Abluftkanäle in der Platte #2.

Hier sind drei Reihen mit 2 mm Löcher gebohrt. Bohre jetzt diese Löcher auf 4 mm auf.

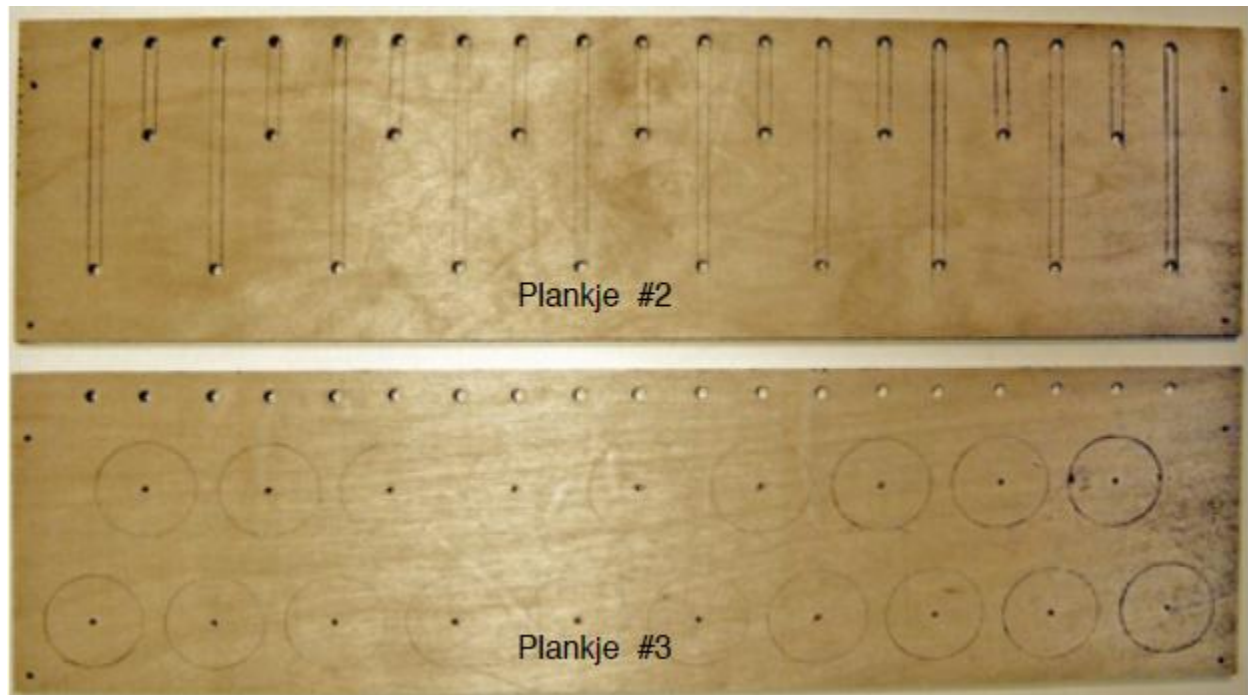
Verbinde die Löcher mit Bleistiftlinien wie auf der Zeichnung dargestellt.

Fräse mit einem 4 mm Fräser die Kanäle auf der vollen Plattendicke aus.

Arbeite nun an Platte #3 weiter. Zeichne die 30 mm Kreise (19 Stück) an und bohre diese mit einem Forstnerbohrer durch die Platte. Schleife die Bohrkanten mit einem Schleifbrett ordentlich sauber und schleife dann die oberen Kanten mit Hilfe eines Schleifbrettes ca. 45° 1 mm tief auf.

Tipp:

Fertige eine Leiste aus 4 mm Multiplex (400 mm x 14 mm) und zeichne darauf die Reihe 4 mm Löcher für die Rohre der Schlauchanschlüsse an. Bohre die Löcher. Diese Leiste dient als Verstärkung für die Aufnahme der Messingrohre für die Schläuche zum Spieltisch.



Jetzt Leimen wir Platte # 2 auf Platte # 1.

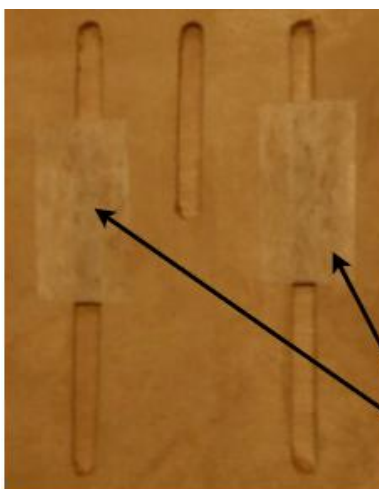
Tipp:

Fertige für das Zusammenpressen der Platten der Windlade beim Verleimen zwei 20 mm dicke MDF-Platten 390 mm x 110 mm an. Beachte dabei, dass diese zwischen die Fixierstifte passen müssen. Damit erreicht man auch, dass eventuell verzogene Bretter wieder eben werden.

Bringe nun Holzleim auf Platte #1 auf, lege Platte #2 darauf, fixiere sie mit den Fixierstiften und presse beide aufeinander. Lege das Paket zwischen die MDF-Platten und presse es mit Zwingen zusammen. Nach einer kurzen Trocknungszeit ziehe die Fixierstifte heraus, damit sie nicht festkleben.

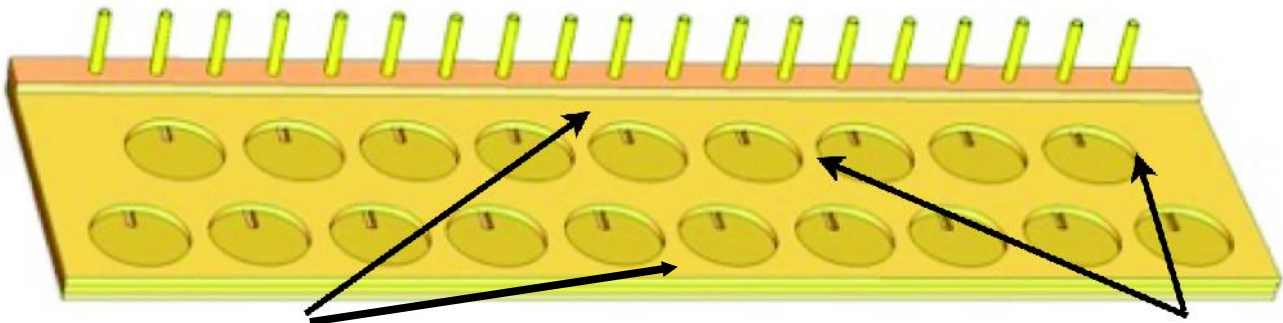
Tipp:

Übe das alles erst einmal ohne Leim. Die Fixierstifte verhindern das Verschieben der Bretter auf dem nassen Leim.



Nach dem Trocknen des Leims (nach wenigen Stunden) löse die Zwingen und kontrolliere, ob die Kanäle noch frei sind. Ggf. muss man sie säubern und bei den weiteren Verleimungen weniger Leim auftragen. In diesem Baustadium kontrollieren wir das Sperrholz auf Dichtigkeit und reparieren es, wenn erforderlich. In schweren Fällen muss man evtl. einen Holzspan einleimen, um eine Undichtigkeit zu verschließen. Alle Kanäle werden jetzt winddicht gemacht. Sie werden dafür zweimal mit verdünntem Leim ausgestrichen.

Leime jetzt dünne Papierstreifen über die langen Kanäle, um damit eine sichere Abdichtung der Kanäle zwischen den Platten #3 und #4 sicherer zu stellen.



Bohre in der Mitte zwei 2 mm Schraublöcher. Beachte, dass die Windkanäle nicht verletzt werden.

Jetzt leimen wir die Platte #3 auf die Platte #2. Denke an die Fixierstifte und presse das Paket wieder mit Zwingen zwischen den MDF-Platten ein. Danach wird die Verstärkungsleiste für die Messingrohre aufgeleimt. Fixiere diese mit einigen Messingrohren. Leime die Rohre aber noch nicht ein, sondern ziehe sie nach kurzer Trocknungszeit des Leims wieder heraus.

Puste mit einem Schlauch alle Kanäle durch und prüfe, ob sie durchlässig sind. Entferne (schleife) alle Leimreste von der Fläche der Platte, auf der die Membran liegen wird.

Bau des Ventilbretts

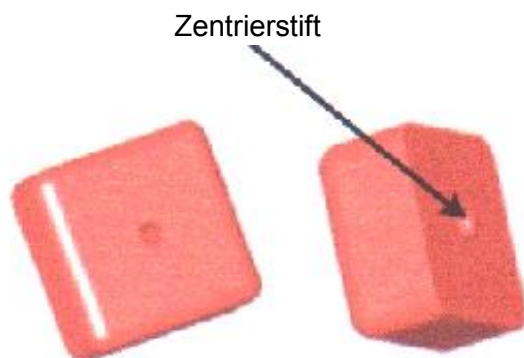
Zeichne mit Hilfe der Schablone das rot markierte Loch für die Zufuhr des Balgwindes auf der Platte #8 an und fixiere die Platten #6, #7 und #8 mit den Stiften aufeinander. Bohre ein 22 mm Loch für die Windzufuhr nur durch die Platten #7 und #8. Das Loch in Platte #6 wird erst beim Einpassen des Anschlussrohres fertig gebohrt.

Die Ebenen 4 und 5 stellt man am besten aus gehobelten Buchenholzleisten aus dem Baumarkt von mindestens 8 mm Stärke her. Säge für den Rahmen von Lage 4 drei Leisten von 8 mm Breite und 400 mm Länge zurecht. Eine davon wird später noch geteilt.

Für die Fertigung der Ventilklötze (Lage 5) gibt es verschiedene Wege. Der einfachste ist es, von einer Vierkanteleiste von 15 mm x 15 mm immer 8 mm Stücke abzulängen.

Tipp (besser):

Nimm eine Leiste 15 mm x 8 mm und bohre im Abstand von 16 mm neunzehn 2 mm Löcher auf der Mittellinie der Leiste. Schneide von der Leiste dann immer gleichmäßig zwischen den Löchern die 19 Quadrate für die Ventilklötze ab. Schleife die Kanten an der Membranseite rund an. Stecke jetzt auf der Leimseite des Ventilklötzes ein Zentrierholz (Stück vom Zahnstocher) in das 2 mm Loch und lasse es etwa 1 mm heraussehen. Stelle jetzt einmal zur Probe alle Ventilklötze mit dem Zentrierstift in die Bohrungen **auf die richtige (untere) Seite** von Platte # 6.

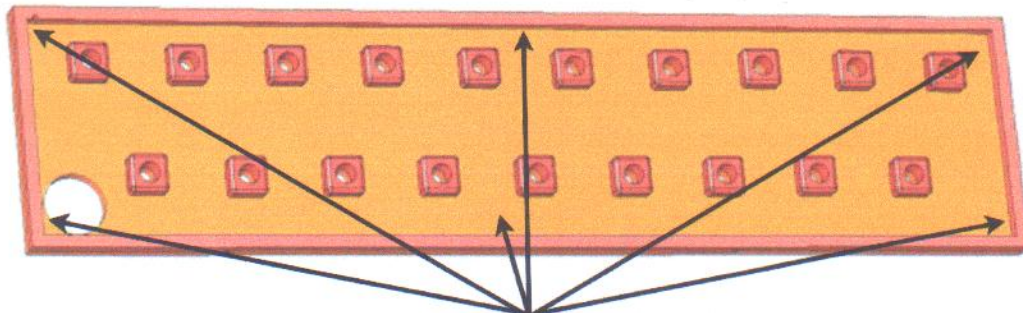


Wenn alles gut passt, werden die Ventilklötze auf der Platte verleimt. Die Klötze müssen ordentlich ausgerichtet werden damit der Wind gut durchziehen kann. Das Einleimen der Ventilklötze muss zügig geschehen, damit die Klötze angepresst werden können, solange der Leim noch feucht ist. Das Brett mit den Ventilklötzen wird zum Trocknen mit Zwingen zwischen die MDF-Platten gespannt. Die Zentrierhölzer verhindert das Verschieben der Ventilklötze.

Danach werden Stück für Stück die Windkammerleisten auf Brett # 6 geleimt.

Beachte:

Zuerst werden die langen Leisten angeleimt und beim Trocknen angepresst, dann werden die kurzen Leisten zugeschnitten und ebenso verleimt. Nun bohre die Löcher bei den Zentrierstiften auf 8 mm auf. Dazu wird eine Platte untergelegt, damit die Bohrlöcher nicht aufsplintern.

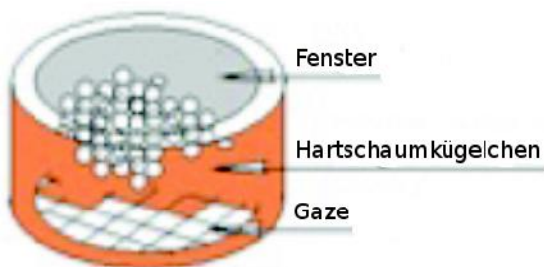


An den Stellen für die Verschraubungen werden Füllstücke eingeleimt.

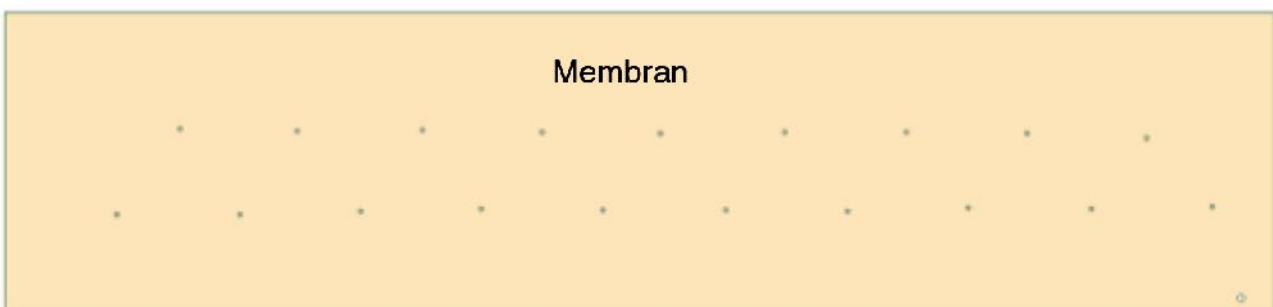
Die Lage der mittleren Füllstücke wird vom Membranbrett übertragen. Die Füllstücke (kleine Dreiecke) werden einer scharfen Säge (z.B. Gehrungslade) zugeschnitten und sollen für die Abdichtung der Löcher für die Verschraubung dienen.

Schließlich werden auf einem glatten Schleifbrett die Fläche der Ventilleisten, Füllstücke und die Klötze vorsichtig auf eine Höhe plan geschliffen und danach die scharfen Kanten der Bohrungen auf den Ventilklotzen mit feinem Schleifpapier gerundet.

Bohre nun die 2 mm Löcher für die Fixierstifte durch die Leisten. Lege dann den ganzen Plattenstapel #1 bis #8 zusammen und bohre Löcher für die Verschraubung der Windlade mit 3 mm Schrauben, so dass sie durch die Füllstücke gehen. Schraube jetzt das Membranbrett und das Ventilbrett mit Rundkopfschrauben zusammen. Damit ist das Ventilbrett fertig um die Dichtigkeit zu prüfen.



Alle Steuerlöcher und Ventillöcher bis auf eins werden mit Kreppband abgeklebt. Durch ein Loch wird geblasen und mit einem Leckanzeiger die Dichtigkeit geprüft. Den Leckanzeiger bekommt man zusammen mit einem Simon-Reifenreparatursatz im Fahrradhandel. Auch ohne die Dichtung durch die Membran muss es dicht sein. Behebe ggf. vorhandene Lecks.



Vorbereitung der Membran

Für die Membran sind verschiedene Materialien geeignet:

- dünnes glattes Schaf- oder Membranleder.
- dünnes Kunstleder (Bekleidungsleder)
- kunststoffbeschichtete Textilien (zB. Gore-Tex)

(Auch gummiartige Folien in verschiedenen Stärken u. Qualitäten sind möglich. Erste Wahl ist aber immer noch dünnes Schafleder 0,5 mm oder Membranleder. Bei den anderen Materialien kann es unter Umständen später zur Rissbildung kommen.)

Schneide das Membranleder auf 400 mm x 95 mm + 1 mm Zuschlag zu.

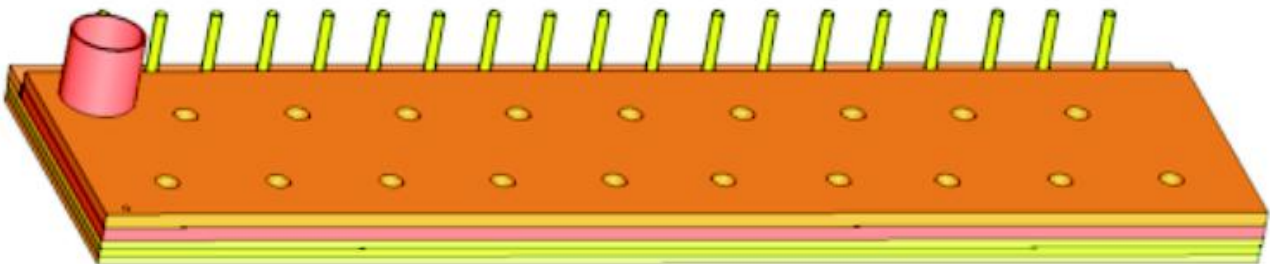
Befestige es mit Kreppband auf dem Membranbrett, so dass es glatt und ohne Falten liegt. Die glatte Seite des Leders liegt auf der Ventilseite, also jetzt oben. Markiere auf dem Leder die Lage der Schraubenlöcher und die Mittelpunkte der Kreise der 19 Windkammern. Zeichne die 30 mm Kreise der Windkammern und die Ventiloberflächen auf das Leder. Schlage mit einem 1,2 mm Locheisen in jedem Ventilkreis außerhalb der Ventiloberfläche ein Loch in das Membranleder. Für die Verschraubungen werden 4 mm Löcher mit einem Locheisen gestanzt.

Montiere jetzt das Membranbrett auf dem Ventilbrett mit der Membran dazwischen. Achte sorgsam darauf, dass die Membran flach flach aufliegt, ziehe sie leicht (nur 1 bis 2 mm über den Rand) glatt und fixiere sie mit Kreppbandstückchen. Überprüfe auch ob die Schraubenlöcher frei sind.

Ventillade testen

- Klebe die Reihe mit den 19 Abluftlöchern mit Kreppband ab, blase Luft vom Balg in die Windlade und prüfe, ob allen Ventile schließen. Wenn nicht, dann liegt die Membran nicht flach auf.
- Prüfe bei jedem Ventil ob es öffnet, wenn ein Loch in das Kreppband gestochen wird. Wenn es nicht öffnet, ist das Luftloch in der Membran zu klein (oder verschlossen) und muss minimal vergrößert werden. Prüfe das bei allen Ventilen und schließe die Abluftlöcher wieder mit Kreppband.
- Stecke nun ein paar Pfeifen auf die Windlade. Die Orgel kann nun ihre ersten Töne spielen.

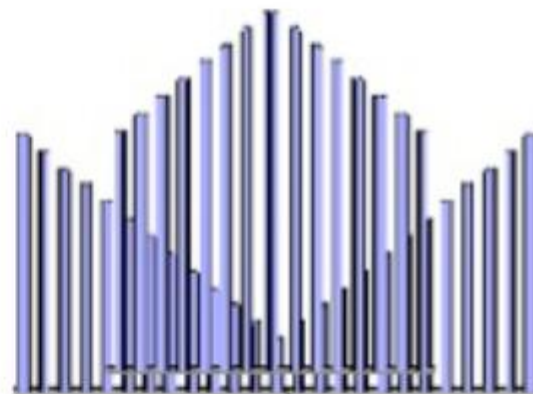
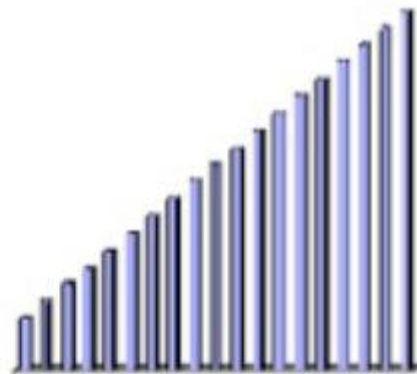
Achtung: Bei Ledermembranen darf man die Windlade nicht mit Atemluft anblasen, weil Leder dann feucht und ggf. hart wird.



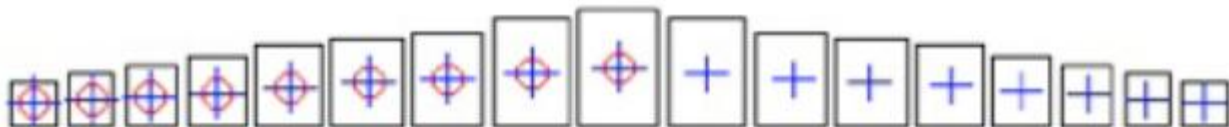
Der Pfeifenstock

Eigentlich funktioniert die Drehorgel ja nun schon mit den direkt auf die Windlade aufgesetzten Pfeifen. Man könnte es hierbei belassen. Schöner ist es jedoch, wenn die Pfeifen geordnet in einer Reihe stehen. Es gibt dafür verschiedene Möglichkeiten. Es wird nun beschrieben, wie man für ein Orgelprospekt einen passenden Pfeifenstock entwirft.

Zerlege die Windlade wieder und lege ein dickes Buch zum Beschweren auf die Membran. Dann bleibt sie für den späteren Zusammenbau faltenfrei.



Gebogene Front

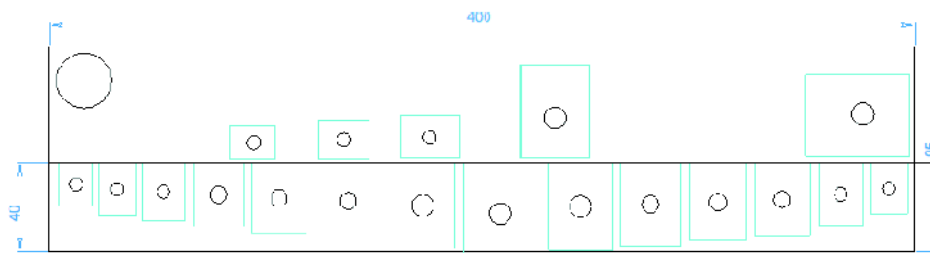


Flache Front

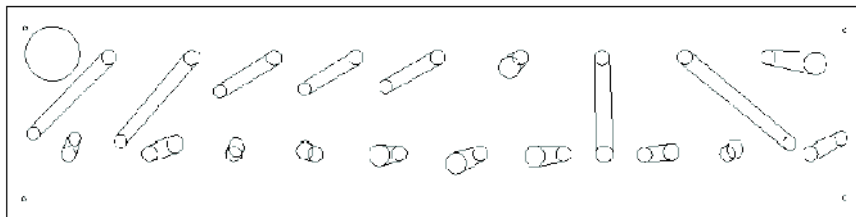
Frontansicht entwerfen

Die Pfeifen haben in der ersten Reihe 400 mm Platz in der Breite und 350 mm in der Höhe. Im Prinzip ist jede beliebige Reihenfolge der Pfeifen dort möglich. Alle Pfeifen passen aber nicht in eine Reihe. In der zweiten Reihe lässt die Mechanik auf der linken Seite nur kleine Pfeifen zu. Bei unserer Orgel bietet sich eine gebogene Front an. Die Halterung der Pfeifen erfolgt an einer Trennwand, die 40 mm hinter der Vorderkante des Gehäuses liegt. Verteile jetzt die Pfeifen nach eigenen Vorstellungen in dem 40 cm breiten und 35 cm hohen Rechteck. Lege zwischen die Pfeifen z.B. 2 mm starke Pappstreifen, damit die Pfeifen später gleichmäßig stehen und sich nicht berühren. Dieses verhindert auch, dass sich Schwingungen der tönenden Pfeife auf benachbarte Pfeifen übertragen.

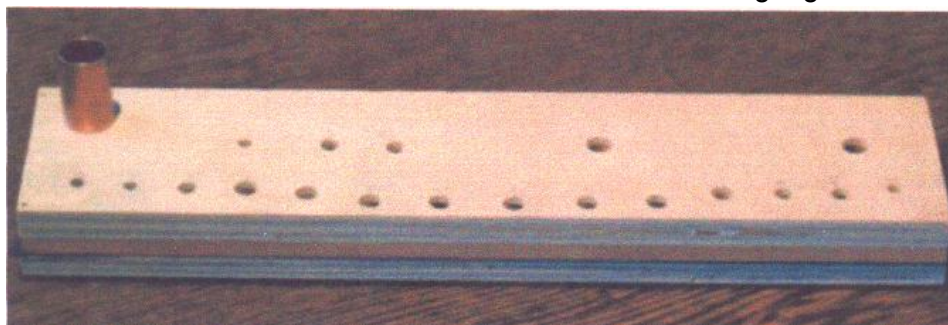
Wenn nun eine zufriedenstellende Anordnung entworfen worden ist, dann zeichne eine Linie (die Trennwand) und markiere davor genau die Lagen der Bohrungen für die Pfeifenrohre. Die Pfeifen, die in der Front keinen Platz gefunden haben, kommen hinter die 3 mm starke Trennwand. Dabei kommen die Basspfeifen nach rechts, weil dort Platz dafür vorhanden ist.



Dies ist ein Beispiel für die Gestaltung des Orgelprospekts.

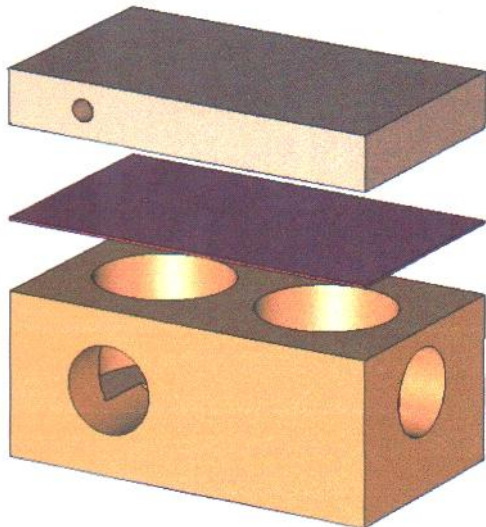


- Übertrage nun die Lage der Bohrungen für die Pfeifen von der Zeichnung auf die Platte #8. Kennzeichne darauf auch die unterschiedlichen Durchmesser der Pfeifensockel.
- Legen Platte #8 auf Platte #7 und verbinde beide mit den Fixierstiften.
- Bohre die Löcher mit den richtigen Durchmessern durch beide Platten und senke die Löcher für die Verschraubung an.
- Bohre nun bei Platte #7 alle 2 mm Bohrungen, mit denen die Lage der Ventillöcher markiert worden ist, auf 8 mm auf. **Achtung:** Es können 2 mm Löcher mit den neuen Bohrungen für die Pfeifensockel zusammenfallen. Es müssen insgesamt 19 Ventillöcher getroffen werden.
- Nun müssen Ventillöcher und Pfeifenbohrungen paarweise einander zugeordnet werden. Die Wege dürfen sich dabei nicht kreuzen. Zeichne die Ränder der Windkanäle ein.
- Säge die Windkanäle von Loch zu Loch aus und glätte die Schnittkanten mit Schleifpapier.
- Leime Platte #7 auf Platte #6. Trage dafür so viel Leim auf, dass er minimal in die Kanäle heraus gedrückt wird. Richte die Platten mit Fixierstiften richtig aus und presse sie zum Trocknen mit Zwingen zwischen den MDF-Platten ein.
- Entferne den ausgetretenen Leim in den Windkanälen nach dem Trocknen und suche in den Schichten der Multiplexplatten nach möglichen Lecks zwischen den Windkanälen. Behebe diese. Streiche die Windkanäle mit verdünntem Leim aus.
- Bohre das 22 mm Loch fertig durch Platte #6.
- Leime ggf. wie beim Membranbrett Papierstreifen über die Kanäle und leime dann Platte #8 auf Platte #7. Richte die Platten mit den Fixierstiften aus und presse sie zum Trocknen zwischen den MDF-Platten.
- Montiere jetzt wieder die Membran, baue die Windlade mit Senkkopfschrauben zusammen und teste ihre Funktion.
- Setze die 19 Röhrcchen für die Steuerschläuche und das Windversorgungsrohr zum Balg ein.



Damit ist dieses Teil für den Einbau in die Orgel fertiggestellt.

Das Bassventil



Stelle ein einzelnes Ventil nach der Zeichnung T 5–4 her.

Dieses Ventil wird für die Basspfeife verwendet, die unter dem Blasebalg montiert ist.

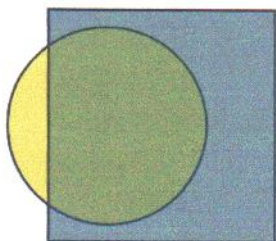
Alternativ können Ventile dieser Bauart für alle Pfeifen verwendet werden.

Google-Suchwort: "VTM draaiorgel"

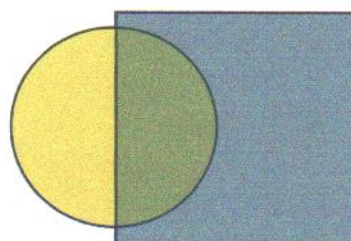
Optimale Einstellungen für die Ventile

Zu Beginn sollen der Durchmesser der Luftlöcher in der Membran halb so groß sein wie bei den Löchern im Spieltisch.

1. Setze die Pfeife an ihren vorgesehenen Platz. Erzeuge Wind. Die Pfeife muss jetzt klingen.
2. Schließe das Loch im Spieltisch, die Pfeife soll jetzt nicht ertönen.
3. Schiebe ein Stück Holz sehr langsam über das Loch im Spieltisch und öffne das Loch. Beobachte, wann der Ton zu klingen beginnt. Das Loch unter dem Holzstück muss ca. $\frac{1}{4}$ geöffnet sein.
4. Wiederhole das Ganze noch einmal und beobachte, wann der Ton aufhört zu klingen. Das Loch im Spieltisch muss dann $\frac{3}{4}$ geschlossen sein.



$\frac{1}{4}$ geöffnet / $\frac{1}{4}$ geschlossen



halb offen

Was ist zu tun, wenn ...

... die Pfeife ertönt, wenn das Loch im Spieltisch weniger als $\frac{1}{4}$ offen ist (Legato)?

- Dann stoppt der Ton auch später, und die einzelnen Töne verbinden sich.
- Lösung: Vergrößere das Luftloch etwas.

... die Pfeife erst ertönt, wenn das Loch im Spieltisch zur Hälfte geöffnet ist (Staccato)?

- Dann klingen beim schnellen Drehen die Töne zu kurz oder gar nicht.
- Lösung: Mache die Luftlöcher kleiner, z.B. mit Nagellack.