



Das Alphorn - Auf den Spuren der Naturtöne

Monika Bucher 6r
Betreuerin: A. Prieur
Zürich, November 2004

Das Alphorn - Auf den Spuren der Naturtöne

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	3
	Vorwort	5
1	Der Bau	7
1.1	Verschiedene Arten für den Bau	7
1.2	Materialliste für ein dreiteiliges Fis/Ges-Alphorn.....	7
1.3	Die Herstellung der Rohlinge.....	8
1.4	Das Peddigrohr	12
1.5	Die Garnitur.....	13
1.6	Der Rohbau	15
1.7	Das Imprägnieren	17
1.8	Mein Arbeitsablauf	18
1.9	Nähen einer Alphorntasche für ein Fis/Ges-Alphorn	20
2	Die Physik des Alphorns	21
2.1	Wie entsteht ein Ton?.....	21
2.2	Die Naturtonreihe	22
2.3	Die Stimmung	25
2.4	Versuche mit einem Schlauch.....	26
2.5	Welche Rolle spielt das Mundstück?.....	27
2.6	Spektralanalyse und Klangfarbe.....	27
2.7	Was ist nun das Spezielle am Alphorn?.....	30
	Zusammenfassung	31
	Literaturverzeichnis.....	32

Vorwort

Das Alphorn ist ein Instrument, das mich seit jeher fasziniert hat. Immer, wenn ich es irgendwo gesehen oder gehört habe, war ich begeistert und wollte am liebsten selber spielen. Da die Musikschule aber keine Alphornstunden und als Ersatz nur Trompete oder Posaune anbot, verwarf ich den Gedanken schnell. Mit der Maturitätsarbeit bot sich mir nun die Gelegenheit, mich mit diesem interessanten Instrument auseinander zu setzen. Ich stellte mir die Fragen, was dieses Instrument so eigenartig macht und wie die für das Alphorn so typischen urchigen Töne zustande kommen. Dazu kam die Neugier, wie ein Alphorn hergestellt wird. Ob es tatsächlich einen krumm gewachsenen Baum braucht?

Meine ersten Recherchen machte ich auf dem Internet. Ich gelangte auf verschiedene Seiten von Alphornbauern und -spielern. Doch keine dieser Seiten erschien mir ergiebig genug. Unter anderem fand ich eine Anleitung, wie man nur aus Sanitärrohren eine Art Alphorn basteln kann. Ich begann zuerst mit Holz und dann mit Modelliermassen ein Mundstück zu basteln und versuchte auf Rohren und Schläuchen zu blasen. Bald merkte ich, dass man auch ohne Mundstück aus einem Rohr Töne hervorbringen konnte, die je nach Material und Rohrlänge stark variierten.

In der Bibliothek fand ich Bücher über das Alphorn, die mir weiterhalfen. Darin stiess ich auf die Adresse von Matthias Wetter, der sich als Musikinstrumentenbauer speziell mit dem Alphornbau auseinandergesetzt hatte. Bei einem Besuch in seiner Werkstatt merkte ich, dass Matthias Wetter, der auch das Musikinstrumentenmuseum des Konservatoriums Winterthur betreut, ein enormes Wissen über den Bau alter Instrumente besitzt. Er konnte mir die meisten meiner Fragen sofort beantworten. Als er mir anbot, dass ich selber ein Alphorn unter seiner Anleitung herstellen könnte, war die Verlockung für mich riesig. Da dies natürlich teurer war als meine Schlauchbasteleien, erkundigte ich mich nach den Alphornpreisen und merkte, dass es so möglich war, auf viel günstigere Weise als durch Kauf zu meinem lang ersehnten Instrument zu kommen. Zudem konnte ich so meine Tonexperimente am wirklichen Instrument durchführen, was doch viel interessanter war. So wurde für mich eine unbeschreiblich spannende Arbeit möglich.

1 Der Bau

1.1 Verschiedene Arten für den Bau

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, ein Alphorn zu bauen. Jeder Alphornbauer hat seine eigenen Methoden und Tricks bei der Herstellung. Einige benutzen Maschinen, die einen erheblichen Teil der Arbeit abnehmen, andere machen fast alles von Hand. Die ersten Alp- oder Hirtenhörner wurden aus einem krummen Baum oder Ast gefertigt. Man schnitt den Baum längs entzwei und höhlt danach die beiden Seiten aus. Dann band man sie mit Rindenstreifen zusammen. Das australische Didgeridoo, das mit unserem Alphorn verwandt ist, wurde und wird aus einem von Termiten ausgehöhlten Ast gemacht.

Heute werden Alphörner sehr präzise gebaut, wobei es jedoch auch Unterschiede von Instrument zu Instrument gibt. Es wird grosser Wert auf Klang, Vielfalt der Töne und Stimmung gelegt. Eine wichtige Neuerung ist, dass viele Alphornbauer ein Instrument nicht mehr aus einem ganzen Baum fertigen. Dies hat den Vorteil, dass das schlechte Holz vor allem im Chrump, (unterer gebogener Teil des Baumes) nicht mehr verwendet werden muss. Auch knorrige Stellen und Seitenäste können so umgangen werden. Dadurch werden Klang und Stabilität verbessert.

1.2 Materialliste für ein dreiteiliges Fis/Ges-Alphorn



Dreiteiliges Ges-Alphorn

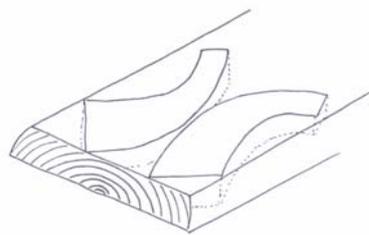
- Fichtenholz für Becher, Hand-, Mittel- und Becherrohr
- Waldkirschenholz für Fässchen, Füsschen, Becher- und Zierringe
- Buchsen (zwei aussen, zwei innen)
- 125m Peddigrohr

1.3 Die Herstellung der Rohlinge

Ein dreiteiliges Alphorn ist aus Hand-, Mittel-, Becherrohr und Becher aufgebaut, wobei Becherrohr und Becher verleimt sind. Diese Stücke werden aus den Rohlingen gefertigt. Die beiden Hälften des Bechers werden aus einer zwölf Zentimeter dicken Platte ausgesägt. Wenn man auf die Struktur des Holzes achtet, entsteht ein gespiegeltes Muster. Für den Bau verwendet man oft Fichtenholz, es gibt aber auch Hörner aus Linden- oder anderen Hölzern. Wichtig ist, dass das Holz einen guten Klang hat und langsam gewachsen ist. Beim langsamen Wachstum, vor allem in höheren Regionen wie den Alpen, liegen die Jahrringe nahe beieinander. Das bedeutet, dass das Holz sich später weniger verzieht, also in den Zwischenräumen weniger Wasser aufnehmen und abgeben kann.

Unter den Fichten gibt es auch die so genannten Haseltannen. Eine solche Tanne unterscheidet sich nur in der Art der Jahrringe von normalen Tannen. Den Unterschied kann man erst bei der gefällten Tanne sehen. Die Jahrringe bei einer solchen Tanne sind nicht gerade, sondern mehr oder weniger gezackt. Dieses Holz ist für den Instrumentenbau sehr beliebt. Es ist ein gutes Klangholz und hat ein schönes Muster.

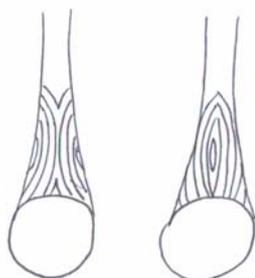
Auf der Stirnseite wird das Holz in Wachs getaucht, damit es nicht von dort her austrocknet und Risse entstehen. Es muss von der Seite her langsam austrocknen. Dieser Vorgang dauert etwa zehn Jahre.



Aufzeichnen auf die Holzplatte



Rohlinge



Holzstruktur
links: optisch schön
rechts: optisch nicht schön



Rohlinge werden in Wachs getaucht¹

¹ Foto: M. Wetter

Die Rohrhälften werden ebenfalls aus verschiedenen dicken Platten und unterschiedlich lang ausgesägt und getrocknet. Sobald das Holz trocken ist, kann man mit dem eigentlichen Bau beginnen.

Zuerst werden die Hälften ausgehöhlt. Dies kann man von Hand mit Meissel und Hammer machen oder mit einer Maschine, wobei man mit der letzteren ziemlich viel Zeit spart. Eine solche Aushöhlmaschine besteht aus zwei Fräsern und einem Abtastfinger, welche an einem beweglichen Gestell angebracht sind. In der Mitte befindet sich der Abtastfinger, den man über die Formvorlage führt. Links und rechts der Formvorlage werden die beiden Hälften eines Rohres mit Teppichklebebandstücken auf der Platte befestigt. Dann wird gefräst, indem man Schicht um Schicht von vorne nach hinten abträgt. (Man muss darauf achten, dass man nicht zu viel auf einmal abträgt und der Fräser dabei nicht abbricht.) Je genauer man der Form nachfährt, desto weniger muss man nachher mit Schleifen korrigieren. Alle Rohre werden auf diese Weise ausgehöhlt. Ebenfalls die Becherhälften, welche vorher aber mit der gleichen Maschine von aussen auf die Form gebracht werden. Die Reste an den Enden, welche man mit der Maschine nicht entfernen konnte, werden von Hand mit dem Meissel entfernt.

Sind alle Teile ausgehöhlt, muss man sie zusammenleimen. Dafür verwendet man einen Leim, der sehr hart wird, sodass man später die Leimnähte abschleifen kann, ohne dass das Schleifpapier verklebt. Die Rohrhälften werden an den Kanten mit Leim bestrichen und dann mit Zwingen alle 8cm fest zusammengepresst. Dabei ist wichtig, dass die Rohrhälften im Innern zusammenpassen und nicht verschoben werden.



Die Rohre werden ausgehöhlt



Herstellung des Bechers



Rohr geleimt und gepresst



Becher wird geleimt

Der Becher wird ebenfalls verleimt, mit Klebeband umwickelt und stabilisiert. Der Leim muss etwa drei Stunden trocknen, bis er hart ist. Danach werden die Rohre innen auf die richtige konische Form geschliffen. Dazu wird ein langer Bohrer (ca. 1m lang), der konisch geformt und mit Schleifpapier umwickelt ist, verwendet. Alle Rohre werden so ausgebohrt.

Anschliessend wird die äussere Form mit einer Kopierdrechselmaschine (Pantograph, ca. Fr. 32'000.-) gedrechselt. Die Rohre werden eingespannt und rotieren um die eigene Achse. Die Maschine wird für jedes Rohr wieder anders eingestellt. Drei Messer schnitzen hintereinander das Holz auf die gewünschte Form.



Konischer Bohrer zum Schleifen der Rohre



Die Rohre werden von aussen gedrechselt

Beim Becher ist das Verfahren komplizierter. Die äussere Form kann nicht mit der Drechselmaschine gegeben werden, sondern mit einer speziell konstruierten Bandschleifmaschine.

Der Becherrand wird an der Schleifmaschine eben geschliffen. An der vorderen Kante zeichnet man mit einer Schablone den Rand ein. Dann schleift man an der Schleifmaschine bis zur Markierung. Nun werden verschieden grosse Ringe, die mit Schleifpapier ausgekleidet sind, über den Becher gestülpt. Wenn man die Ringe dreht, entstehen Bezeichnungen. Diese Bezeichnungen werden durch Schleifen an der Schleifmaschine miteinander „verbunden“. So ist man sicher, dass überall etwa gleich viel abgeschliffen wird und die Form erhalten bleibt.



Die Bezeichnungen am Becher werden mit verschiedenen grossen Ringen gemacht



Am Schleifband werden die Bezeichnungen „verbunden“

Der Becher wird danach so lange von Hand geschliffen, bis alle Bauchungen weg sind. Um in der Form zu bleiben, prüft man mit einer Schablone, ob die Form noch stimmt. Hat der Becher aussen die richtige Form, wird innen geschliffen. Die Wanddicke des Bechers sollte überall etwa zwölf Millimeter betragen. Um dies zu messen, benutzt man ein spezielles Gerät. Diese Arbeit ist eine Geduldsache. Ist die Holzwand am Anfang zu dick, muss man schauen, dass sie nicht plötzlich zu dünn wird oder dass Dellen entstehen. Danach wird vorne an der Kante maschinell eine Kerbe geschnitzt, damit man nachher den Becherring anpassen kann.



Stimmt die Form?



Der Becher wird innen geschliffen



12mm sollte die Wanddicke betragen



Der Becher wird für den Ring vorbereitet

1.4 Das Peddigrohr

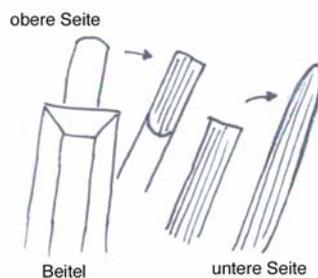
Zur Stabilisierung und zum Schutz der Rohre, aber auch um einen besseren Klang zu bekommen, werden die Rohre mit Peddigrohr umwickelt.

Es stammt von so genannten Rotangpalmen aus der Gattung Calamus. Dies sind Kletterpalmen, die in den Regenwäldern Südost-Asiens vorkommen. Die Palmen bestehen aus Sprossen, die 50 bis 150 m lang werden und nur wenige Zentimeter dick sind. Diese Sprosse werden mit Maschinen in Längsstreifen geschnitten und als Flecht- und Wickelrohr exportiert.

Um die Rohre zu umwickeln, braucht man etwa 125m Peddigrohr am Stück. Dieses Band wird aus Stücken von 1-2m zusammengesetzt. Dafür spitzt man auf beiden Seiten das Peddigrohr ca. 12mm mit einem Beitel an, leimt es dann zusammen, stabilisiert die Stelle mit Tesa-Klebeband und presst sie mit einer Zwinde. Ist das Peddigrohr fertig verleimt, wird es mit Schleifpapier geputzt. Abstehende Fasern werden sorgfältig entfernt und der überschüssige Leim wird abgeschliffen. Bis es weiter verarbeitet wird, rollt man es auf eine Spule auf.



Rotangpalme²



Anspitzen des Peddigrohrs



Peddigrohr

² <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d53/palmen.htm#01>

1.5 Die Garnitur

Becherring, Zierringe, Fässchen und Füßchen werden als Garnitur bezeichnet. Sie werden aus dem rotbraunen Wildkirschenholz gefertigt.

Das Füßchen wird nach Schablone aus einer 3cm dicken Platte mit der Stichsäge ausgesägt. An den Rundungen wird es mit der Schleifmaschine geschliffen und an den Becher angepasst. Mit Schleifpapier bricht man die scharfen Kanten. In das Füßchen werden Initialen und Datum eingebraunt oder geschnitzt. Dies kann man mit einem Brennstab oder mit Schnitzwerkzeug machen. Unten an das Füßchen werden Kunststoffsohlen als Schutz angeleimt. Sie werden mit der Schleifmaschine zurechtgeschliffen.



Die Garnitur



Das Füßchen wird geschliffen



Die Sohlen sind angeleimt



Drechselarbeit am Becherring

Auch die Scheibe für den Becherring sägt man aus einer 3 cm dicken Platte aus. In der Mitte bohrt man ein Loch, damit sie in die Drechselmaschine eingespannt werden kann. Nun werden die Unebenheiten auf der Kreisfläche herausgedrechselt, sodass eine ebene Fläche entsteht. Dann wird eine 2cm breite und 9mm tiefe Kerbe gedrechselt. Diese Kerbe muss mit dem Durchmesser des Bechers übereinstimmen, damit der Ring auf den Becher passt. Auf der einen Seite des Ringes wird eine Einbuchtung gemacht, auf der anderen eine Rundung gedrechselt. Wenn der Ring passt, durchtrennt man von der Seite der Rundung her die Platte. Jemand fängt mit einem Stab den sich von der rotierenden Scheibe lösenden Ring ab.



Fertiger Becherring von der Seite



Der Becherring wird angeleimt

Für die Zierringe werden Holzstreifen eine halbe Stunde in ein Dampfbad gestellt. So werden die Poren geöffnet und das Holz wird biegsam. An einem heißen runden Eisen werden sie gebogen. Durch das heiße Eisen gibt es erneut eine Dampfungwicklung. Die Holzstreifen werden sofort überspannt und mit Zwingen befestigt. Später werden die Streifen auf die richtige Länge zugeschnitten, angespitzt und verleimt. Da Wildkirschenholz zum Biegen ziemlich heikel ist, geht ca. jeder dritte Ring kaputt. Die erfolgreich verleimten Ringe werden in die Drehmaschine gespannt und mit dem Beitel gleichmässig geschliffen, ein wenig abgerundet und mit je zwei Kerben verziert.



Dampfbad für die Holzstreifen



Ein Ring wird am heißen Eisen gebogen...



...und gespannt



Das Loch im Fässchen passt man für das Mundstück an

Das Fässchen wird aus einem Kirschbaum-Holzwüfel gedrechselt und mit zwei Kerben verziert. Nach dem Aufleimen auf das Handrohr, wird das Loch im Fässchen mit einem Spezial-Bohrer konisch geschliffen.

1.6 Der Rohbau

17m Peddigrohr braucht es für die Umwicklung des Handrohres. Am Anfang des Rohres wird eine Ritze gebohrt. Das Rohr spannt man in eine Rotiermaschine. Dann werden die ersten 5-8cm des Rohres mit Leim bestrichen. Der Anfang des Peddigrohres wird in die Ritze gesteckt und mit einer Stecknadel festgemacht. Anschliessend wird gedreht. Damit die Umwicklung satt wird, muss man das Peddigrohr fest mit etwa 50N um das Rohr ziehen. Mit einem Hölzchen werden alle paar Millimeter die Schlingen aneinander gestossen. Nach dieser ersten Strecke kann man das Peddigrohr mit einer Nadel feststecken und den Leim auf dem Peddigrohr mit einem feuchten Schwamm und heissem Wasser (damit der Leim besser weg geht) abwaschen. So wird weiter gearbeitet bis zum Ende, wo man das Peddigrohr wieder mit einer Nadel feststeckt und trocknen lässt. Nach dem Trocknen wird das Handrohr für das Aufsetzen des Fässchens 1.5cm angedrechselt.

Das Mittelrohr wird an der engeren Seite angedrechselt und verkürzt, sodass die Buchse darüber gestülpt und mit Araldit angeleimt werden kann. Um die Buchse auf das Rohr zu stülpen, spannt man das Rohr in die Werkbank ein und dreht langsam zu. Dann wird die goldfarbige Buchse an der Drechselmaschine mit Schleifpapier geschliffen bis sie überall silbrig ist. Nun kann auch hier mit dem Umwickeln begonnen werden. Auf die Buchse wird das Peddigrohr mit Araldit geleimt, danach wird wie beim Handrohr weitergefahren. Am Ende steckt man das Peddigrohr wieder mit einer Nadel fest.

Bei Hand- und Mittelrohr fehlen nun noch die äusseren Buchsen. Um sie anzupassen, werden die Rohre in die Drechselmaschine eingespannt. Zuerst entfernt man mit dem Beitel das Peddigrohr. Danach wird mit der Maschine gedrechselt, bis man den Innendurchmesser der Buchse erreicht.



Wickeln am Handrohr



Andrechseln des Mittelrohrs
für die Aussenbüchse



Aussenbüchsen aufgeleimt

Auch das Becherrohr wird am engeren Ende angedrechselt und auf die richtige Länge zugeschnitten. Die innere Buchse wird aufgeleimt und geschliffen. Dann wird das Becherrohr wie das Mittelrohr mit Peddigrohr

umwickelt. Das Ende wird festgesteckt und man gibt noch 2m Peddigrohr für den Übergang zum Becher dazu. Dieses Stück wird ohne Leim gewickelt und mit Tesa-Klebeband vorübergehend befestigt. Der Becher wird oben ausgebohrt und so geschliffen, dass man das Becherrohr darauf stecken kann. Das Becherrohr drechselt man an der weiten Stelle an. Passt beides aufeinander, wird es zusammengeleimt.



Becherrohr gewickelt



Becher wird ausgebohrt



Der Becher wird innen angeschnitzt, damit man ihn mit dem Becherrohr zusammenstecken kann

Die Stelle zwischen Becherrohr und Becher muss jetzt aussen ausgeglichen werden, sodass ein gleichmässiger Übergang entsteht. Dies macht man mit Hobel, Raspel und Schleifpapier. Der Becher wird dazu auf der einen Seite in die Drehmaschine eingespannt, auf der anderen abgestützt.

Die Ringe können nun über den Becher gestülpt und angeleimt werden. Auch hier wird der überschüssige Leim mit heissem Wasser und einem Schwamm abgeputzt. Die letzten Unebenheiten und Schleifpapierspuren am Becher werden mit sehr feinem Schleifpapier entfernt.

Danach wird das Peddigrohr weiter darumgewickelt. Die Stelle, an der angesetzt werden muss, wird mit Stecknadeln und Tesa-Klebeband festgemacht. Es wird bis 10cm vor den ersten Ring gewickelt, dann wird festgesteckt und ohne Leim zu Ende gewickelt. Da das Rohr schon ein wenig gekrümmt ist, braucht es vorne etwas weniger Peddigrohr als hinten. Darum wird das Peddigrohr vorne etwas an der Seite geschliffen, sodass das Band ein wenig dünner ist und weniger Platz braucht. Bei der trockenen Umwicklung bezeichnet man die Stelle, an der geschliffen werden muss, mit einem Strich. Es wird geschliffen und probegewickelt, bis es passt. Dann wird das Peddigrohr angeleimt und festgesteckt.

Nun wird noch das Füsschen angebracht. In den Becher legt man ein Gegenstück, damit man das Füsschen mit Zwingen befestigen kann, ohne dass die Wand bricht. Auch hier wird der überschüssige Leim mit Schwamm und heissem Wasser weggeputzt.



Der Übergang Becher, Becherrohr muss ausgeglichen werden



Es wird bis zum ersten Ring gewickelt



Das Füsschen ist angeleimt

1.7 Das Imprägnieren

Der Becher wird bis zum zweiten Ring und innen 20cm in die Öffnung hinein mit einem Lack-Terpentinöl-Gemisch zweimal grundiert. Die Flüssigkeit wird mit einem Lappen ins Holz einmassiert, sodass die Poren gefüllt werden und eine glatte Fläche entsteht. Mit einem feinen Schleifpapier werden die rauen Stellen angeschliffen. Am Schluss folgt der Feinschliff mit Stahlwatte. Der Becher und die Rohre werden von aussen dreimal mit Lack besprüht, dafür müssen die Buchsen mit Kleband abgedeckt werden. An den Stirnseiten werden alle Rohre mit Lack versiegelt.

Die Innenbehandlung erfolgt mit einem Gemisch aus Leinöl und Terpentinöl. Man stopft die Rohre und den Becher an der engeren Stelle mit einem passenden Zapfen zu und füllt sie bis oben mit dem Öl. Danach lässt man sie 10 Minuten ziehen, bis sie geleert werden. Nach dem Abtropfen werden Lappen, die an Schnüren befestigt sind, durch die Rohre gezogen. Beim Becher reibt man das Öl mit einem Lappen noch bis zum Lackrand hoch.



Der grundierte Becher wird mit Stahlwatte abgerieben



Der Lack wird gesprayt



Lappen, Öl und Zapfen zum Zstopfen

Zum Schluss werden die Gummiringe über die Büchsen gestülpt und mit Vaseline gefettet. Dann wird das Rohr zusammengesteckt. Die Rohrübergänge werden so gerichtet, dass das Peddigrohr schön weiterläuft. Auf der Rückseite des Hornes werden mit dem Brennstab Markierungen angebracht. Nun wird das Mundstück ins Fässchen gesteckt und das fertige Alphorn eingeblasen.



Gummiringe anbringen



Markierungen werden mit dem Brennstab eingebrannt



Einblasen

1.8 Mein Arbeitsablauf

12.7.04 (9–18Uhr)

- Peddigrohrstücke zusammengesetzt als Zwischenarbeit
- Becher ausgewählt, (schon ausgefräst, da diese Arbeit allein zwei Tage beansprucht)
- Hand-, Mittel-, und Becherrohr innen ausgehöhlt und zusammengeleimt

13.7.04 (9–18Uhr)

- Becher aussen mit Maschine und von Hand geschliffen
- Rohre mit Bohrer innen geschliffen

14.7.04 (9–18Uhr)

- Morgen: Hand- und Mittelrohr von aussen gedrechselt
- Nachmittag: Peddigrohr gemessen (144m), angefangen zu putzen, Becher aussen geschliffen

15.7.04 (9–18Uhr)

- Morgen: Peddigrohr geputzt, Handrohr mit Peddigrohr (17m) umwickelt
- Nachmittag: Becher mit Schleifmaschine von innen geschliffen

16.7.04 (9-19Uhr)

- Becher von innen geschliffen mit Schleifmaschine
- Peddigrohr geputzt
- Alphorntasche ausgemessen

20.7.04 (9-15Uhr)

- Becher aussen nochmals geschliffen
- Füßchen ausgesägt und geschliffen
- Kreisscheibe für Becherring ausgesägt, gedrechselt, an Becher angepasst und angeleimt

11.8.04 (9- 17Uhr)

- Becher und Becherring geschliffen

12.8.04 (3h)

- Füßchen geschliffen
- Peddigrohr weiter geputzt

10.9.04 (9-17Uhr)

- Peddigrohr geputzt
- Mittelrohr angedrechselt, Büchse darauf geleimt, Büchse geschliffen
- Mittelrohr gewickelt
- Becherrohr gewickelt
- Becher hinten ausgebohrt

13.9.04 (14-17Uhr)

- Becherrohr angedrechselt (Fehler) und an Becher angeleimt
- Ringe gedrechselt
- Araldit zwischen Peddigrohr weg geschnitten

16.9.04 (9-16Uhr)

- Stelle Becherrohr, Becher ausgeglichen
- Bis zum Ring fertig gewickelt
- Becher Schleifspuren und Dellen entfernt, innen nochmals geschliffen

29.9.04 (8-18Uhr)

- Becher fein geschliffen
- Zweiter Ring angeleimt
- Hand- und Mittelrohr für Büchse vorbereitet
- Büchsen aufgeleimt
- Datum und Initialen in Füßchen geschnitzt
- Füßchen an Becher angepasst und Sohlen angeleimt

8.10.04 (8-19.30Uhr)

- Handrohr für Fässchen angedrechselt
- Becher nochmals geschliffen wegen Wasserspuren
- Becher zweimal grundiert, grobe Stellen angeschliffen, alles mit Stahlwatte fein geschliffen
- Rohre und Becher dreimal von aussen mit Lack besprüht
- Rohre und Becher geölt
- Rohre an den Stirnseiten mit Lack versiegelt
- Fässchen gedreht und auf Handrohr geleimt
- Büchsen mit Gummiringen versehen und mit Vaseline gefettet
- Bezeichnungen eingebrannt
- Fertiges Alphorn eingeblasen

1.9 Nähen einer Alphorntasche für ein Fis/Ges-Alphorn

Als Vorlage diente mir eine andere Alphorntasche für ein Fis/Ges-Alphorn. Diese mass ich aus und zeichnete ein Schnittmuster. Mit den Alphornmassen überprüfte ich meine Konstruktion.

Dann berechnete ich, wie viel Stoff, Reissverschlüsse und Einfassband es dafür brauchen würde. Für das Innenfutter wählte ich Kunstfell, als Polsterung Schaumgummi und für die Aussentasche schwarzen, wasserfesten Nylon-Rucksackstoff.

Zu nähen begann ich mit der Innentasche. Dazu gehören auch die langen Laschen für Hand- und Mittelrohr, welche in die untere Naht der Innentasche eingelassen werden und bei mir aus Rucksackstoff sind. Im vorderen Teil der Tasche nähte ich ein kleines Abteil für das Mundstück und anderes Zubehör. Die Innentasche nähte ich bis auf den oberen Deckel fertig.

Nun schnitt ich den Schaumgummi und den Rucksackstoff zu. Dabei musste ich auf die Stoffzugabe achten, denn der Schaumgummi ist ziemlich dick (ca. 1,5 cm). Nachher nähte ich die Tragriemen an den Aussenstoff und setzte die Aussentasche zusammen. Den Boden verstärkte ich rings um die Naht mit Einfassband.

Beim Deckel nähte ich Innenstoff, Schaumgummi und Aussenstoff aufeinander und umfasste den ganzen Deckel mit Einfassband. Auf der Innenseite befestigte ich zwei Stücke breites Tragband, um den Deckel später an der Tasche anzunähen. Auch die zwei Reissverschlüsse brachte ich innen am Deckel auf dem Einfassband an. Die anderen Hälften der Reissverschlüsse wurden an der Aussentasche aufgenäht und der dritte Reissverschluss an der unteren offenen Seite der Tasche montiert. Den Schaumgummi und die Innentasche stopfte ich dann in die äussere Tasche und nähte das Futter oben von Hand an.

Nun kam der grosse Moment. Zum Glück passte das Alphorn in die Tasche!



Alphorntasche

2 Die Physik des Alphorns

2.1 Wie entsteht ein Ton?

Wenn man das erste Mal in ein Alphorn hineinbläst, geschieht meistens noch nichts. Man hört vielleicht ein Rauschen, aber das ist auch alles. Lässt man die Lippen geräuschvoll vibrieren und bläst so ins Mundstück, entsteht zuerst ein undefinierbares Geräusch und dann ein Ton.

Um einen Ton hervorzubringen, muss die Luft in Schwingung gebracht werden. Dies bedeutet, dass man einen Druck erzeugen muss. Die Luftmoleküle verdichten sich, um sich im nächsten Moment wieder auszubreiten. Diese Druckwelle breitet sich kugelförmig vom Erzeuger weg aus.

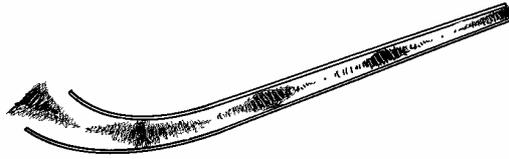
Im Alphorn bewirkt man diese Druckwelle mit den Lippen. Die Vibration der Lippen wird auf die Luft übertragen, wo ein Über- bzw. Unterdruck entsteht. Diese Druckschwankungen pflanzen sich dann als Druck- oder Schallwelle im Horn fort, begrenzt durch die Holzwand.

Nun entsteht aber nicht immer ein schöner Ton, sondern manchmal nur ein Geräusch. Dies hat damit zu tun, dass man die Lippen verschieden stark vibrieren lassen kann, also mit verschiedenen Frequenzen. Nur bei ganz bestimmten Frequenzen entsteht ein Ton.

In diesen Fällen tritt Resonanz ein. Das heißt, im Rohr bildet sich eine stehende Welle.

Stehende Wellen können sich dann bilden, wenn ein Träger zwei Enden hat. Am einen Ende wird eine Welle erzeugt, die auf dem Träger weiterläuft und am anderen Ende reflektiert wird. Wenn nun die reflektierte Welle genau mit der Ursprungswelle übereinstimmt, also Wellenberg auf Wellenberg und Wellental auf Wellental liegt, entsteht eine Welle, die immer am gleichen Ort bleibt, eine stehende Welle. Je mehr Wellen hin und her reflektiert werden, desto stärker wird die stehende Welle.

Im Alphorn passiert genau das Gleiche. Die Luftsäule im Rohr ist hier der Träger. Die schwingenden Lippen sind die Erzeuger der Druckwelle am einen Ende, die offene Stelle beim Becher das andere Ende, an dem die Wellen reflektiert werden. Die Reflexion am offenen Ende geschieht so, dass die Druckwelle an der Öffnung austritt, nicht mehr durch die Rohrwand begrenzt wird und der Überdruck/Unterdruck „explodiert/implodiert“. Vor der Öffnung entsteht ein Unterdruck/Überdruck. Dieser wird als Unterdruckwelle/Überdruckwelle ins Rohr reflektiert. Wenn Unterdruck auf Unterdruck und Überdruck auf Überdruck zu liegen kommen, entsteht eine stehende Welle, ein Ton. Sind die Wellen ein wenig verschoben, kann keine stehende Welle entstehen, man hört nur ein undefinierbares Geräusch. Ändert man nun die Frequenz, mit der die Lippen schwingen, entsteht plötzlich ein Ton.



Stehende Druckwelle im Alphorn³

2.2 Die Naturtonreihe

Mit dem Alphorn kann man verschiedene Töne blasen. Je nachdem wie stark man die Lippen vibrieren lässt, entsteht ein höherer oder tieferer Ton.

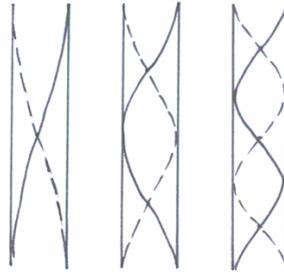
Die Höhe des Tones hängt von der Frequenz, mit der die Lippen schwingen, ab. Hohe Frequenz bedeutet hohen Ton, tiefe Frequenz tiefen Ton. Betrachtet man nun die Wellen, so entstehen bei höherer Frequenz in einer gewissen Zeit mehr Wellenberge und -täler als bei einer tieferen Frequenz.

Im Alphorn sind es Druckstöße. Je schneller die Lippen vibrieren, desto mehr Druckstöße entstehen und desto höher wird der Ton. Nun entsteht aber nicht bei jeder Frequenz ein schöner Ton. Man kann nur die Töne der Naturtonreihe spielen, welche Resonanzfrequenzen des Alphorns sind.

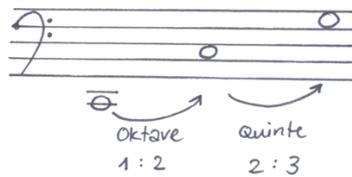
Diese Reihe beginnt mit dem tiefsten Ton, dem Grundton. Es entsteht eine Welle mit zwei Unterdruckbäuchen an den beiden Enden und einem Druckknoten dazwischen. Beim nächst höheren Ton entstehen zwei Druckknoten. So geht es weiter, jeder nächste Ton hat einen Druckknoten mehr als der vorige. Das heisst, die Frequenz eines Tones ist ein Vielfaches der Frequenz des Grundtones. Diese Tonabfolge nennt man die harmonische Naturtonreihe.

³Schneider, 1995, S. 34

Rohrlänge: $1/2 \cdot \lambda$ $1 \cdot \lambda$ $3/2 \cdot \lambda$



$1 \cdot f$ $2 \cdot f$ $3 \cdot f$



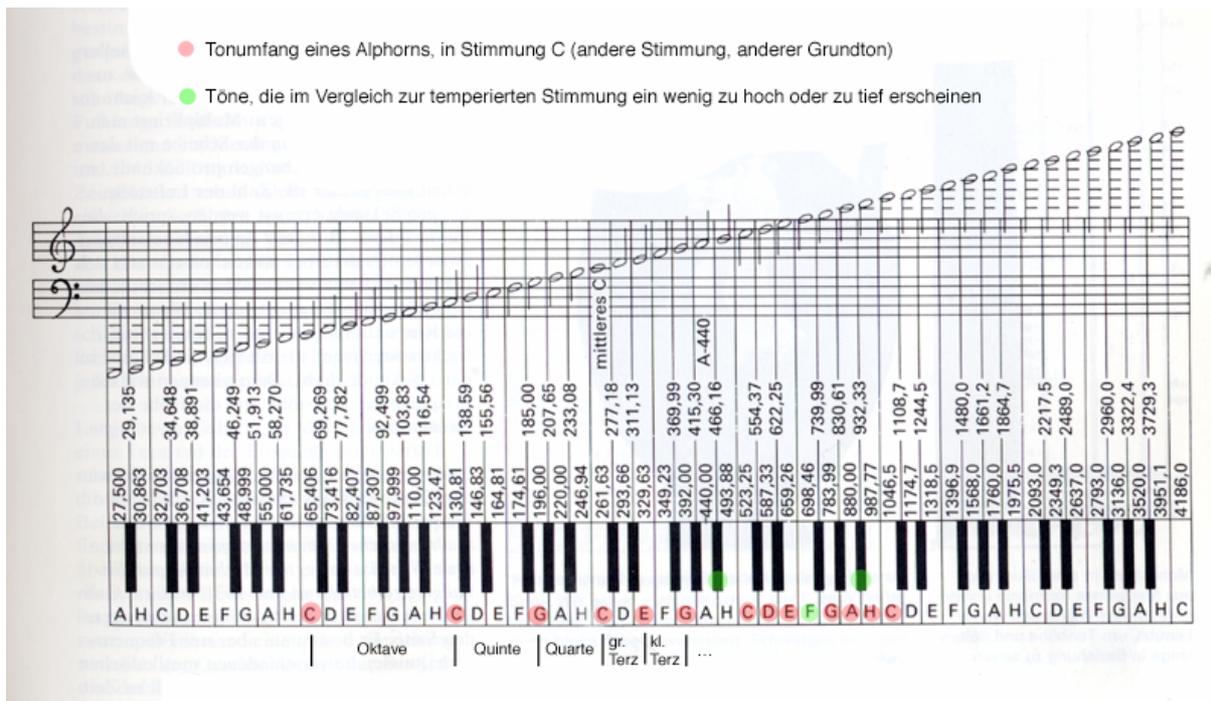
Anfang der Naturtonreihe im
offenen Rohr mit Grundton C
(f = Frequenz, λ = Wellenlänge)

Spielt man die Naturtonreihe, beginnt man mit dem Grundton, der zweite Ton ist eine Oktave höher, der nächste eine Quinte, dann eine Quarte usw. Diese Intervalle sind die Verhältnisse der Frequenzen von zwei verschiedenen hohen Tönen.

Beim Spielen dieser Naturtonreihe hört man sofort, dass einige Töne ungewohnt tönen. Der 7., 11. (beim Alphon auch Alphonfa genannt) und 14. Naturton, erscheinen uns ein wenig zu hoch oder zu tief.⁴ Dies hat damit zu tun, dass unser Ohr an die temperierte Stimmung gewöhnt ist. Hier ist eine Oktave in 12 identische Halbtonintervalle unterteilt. Dies hat zur Folge, dass nur noch die Oktave ein reines Intervall ist. Alle anderen Intervalle haben eine kleine Abweichung von der Naturtonfrequenz.

Diese Abweichung spürt man vor allem, wenn man den 7., 11. oder 14. Naturton des Alphorns mit den entsprechenden temperierten Tönen eines Klaviers vergleicht. Die Töne sind leicht verschieden.

⁴ Schneider, 1995, S. 33



Klaviertastatur mit Tonfrequenzen in Hertz (temperierte Stimmung)⁵

Zum Vergleich: Die Frequenzen der Naturtonreihe mit Grundton C

Naturton	Ton	Frequenz ($f_G =$ Grundfrequenz)
1.	C, Grundton	$f_G = 65,406$ Hz
2.	c	$2 \cdot f_G = 130,812$ Hz
3.	g	$3 \cdot f_G = 196,218$ Hz
4.	c'	$4 \cdot f_G = 261,624$ Hz
5.	e'	$5 \cdot f_G = 327,030$ Hz
6.	g'	$6 \cdot f_G = 392,436$ Hz
7.	b'	$7 \cdot f_G = 457,842$ Hz
8.	c''	$8 \cdot f_G = 523,248$ Hz
9.	d''	$9 \cdot f_G = 588,654$ Hz
10.	e''	$10 \cdot f_G = 654,060$ Hz
11.	f''	$11 \cdot f_G = 719,466$ Hz
12.	g''	$12 \cdot f_G = 784,872$ Hz
13.	a''	$13 \cdot f_G = 850,278$ Hz
14.	b''	$14 \cdot f_G = 915,684$ Hz
15.	h''	$15 \cdot f_G = 981,090$ Hz
16.	c'''	$16 \cdot f_G = 1046,496$ Hz

Der Vorteil der temperierten Stimmung und auch der Grund, warum sie sich durchgesetzt hat, beruhen darauf, dass alle Tonarten „gleich berechtigt“ sind. Man kann beliebig transponieren und hat eine grössere Tonauswahl.

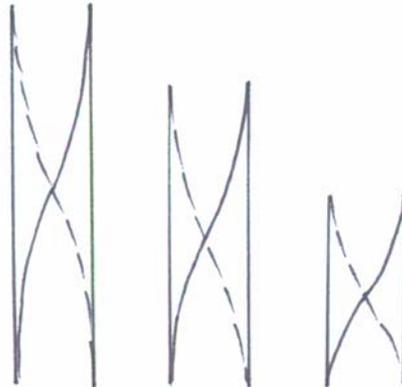
⁵ Pierce, 1985, S.19

Naturtoninstrumente wie das Alphorn sind auf einen Grundton und damit auf eine bestimmte Tonart gestimmt.

2.3 Die Stimmung

Die Stimmung oder der Grundton hängt von der Länge des Hornes ab. Kurze Hörner haben einen höheren Grundton als längere.

Die Länge der Grundtonschallwelle ist also kürzer als in einem langen Horn. Das heisst, die Frequenz ist höher und es entsteht ein höherer Ton.



Verschieden lange Röhre mit
verschieden hohen
Grundfrequenzen, (links tiefe
Frequenz, rechts hohe Frequenz)

Auch die konische Form und der Becher haben einen Einfluss auf die Stimmung.

Wenn man die Resonanzfrequenzen nur für das konische Rohr bestimmt, erhält man für die Obertöne keine ganzen Vielfachen der Grundfrequenz wie z.B. bei einem ideal dünnen Rohr (siehe Versuche mit einem Schlauch) mit konstantem Durchmesser. Es gibt eine Abweichung von der Naturtonreihe, andere nicht harmonische Intervalle entstehen. Bestimmt man die Resonanzfrequenzen des ganzen Alphorns (mit dem Becher), erhält man die harmonische Naturtonreihe. Dies bedeutet, dass durch den Becher die unharmonische Tonreihe zur harmonischen Naturtonreihe korrigiert wird. Dies wurde 1994 von Rolphe Fehlmann gemessen.⁶

Beim Alphorn unterscheidet man Stimmungen in C, B, Gis/As, G, Fis/Ges, F und E, wobei das Fis/Ges Horn in der Schweiz als Standard gilt. Sie unterscheiden sich nicht nur in der Tonhöhe, es gibt auch Unterschiede beim Blasen. Mit einem Gis/As Horn, das ca. 3m misst, kann man viel lebendiger spielen, als mit dem 3,90m langen E-Horn.⁷

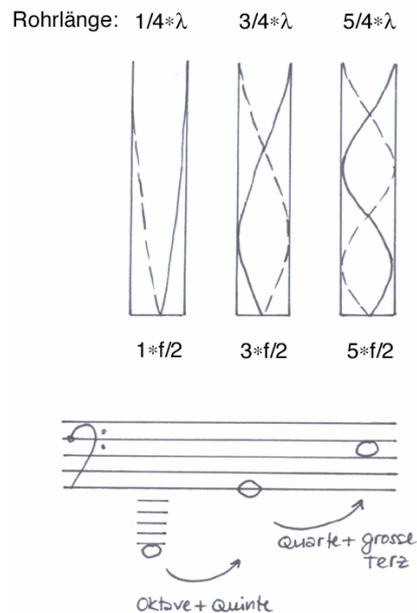
⁶ Bachmann-Geiser, 1999, S. 94

⁷ Schneider, 1995, S. 18

2.4 Versuche mit einem Schlauch

Die Naturtonreihe entsteht in einem idealen, zylindrischen, offenen, einseitig oder beidseitig geschlossenen Rohr. Das Rohr muss einen sehr kleinen Durchmesser im Verhältnis zu seiner Länge haben, denn bei grossen Durchmessern treten nicht mehr einfach bestimmbare Resonanzeffekte auf.

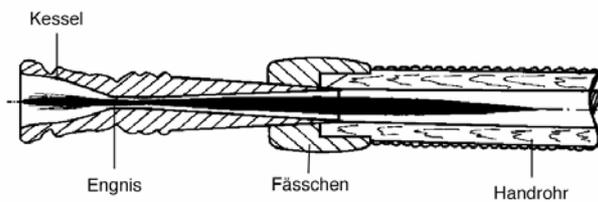
Beim Grundton im einseitig geschlossenen Rohr, auch gedecktes Rohr genannt, entstehen ein Schwingungsbauch (am offenen Ende) und ein Schwingungsknoten (am gedeckten Ende). Dies entspricht einem Viertel der Welle (offenes Rohr $1/2$ der Welle). Die Wellenlänge bei einem geschlossenen Rohr ist also doppelt so gross wie die Wellenlänge bei einem gleich langen offenen Rohr. Folglich ist die Frequenz halb so gross, was den Ton eine Oktave tiefer tönen lässt. In einem geschlossenen Rohr können nur die ungeraden Naturtöne erzeugt werden (1., 3., 5., ... Naturton). Dies ist so, weil bei der geschlossenen Röhre auf der offenen Seite immer ein Schwingungsbauch, auf der gedeckten Seite immer ein Knoten entstehen muss.



Anfang der Naturtonreihe im
gedeckten Rohr mit
Grundton C
(f = Frequenz, λ = Wellenlänge)

Bläst man nun in einen Schlauch, gilt er oben als nicht ganz offen, weil man einen Teil mit den Lippen verschliesst. Es treten (teilweise) die Effekte wie beim geschlossenen Rohr auf. Man kann also tiefere und nur jeden zweiten Ton der Naturtonleiter erzeugen. Je höhere Töne man bläst, desto weniger fällt dies auf, denn die Intervalle werden immer kleiner.

2.5 Welche Rolle spielt das Mundstück?



Anfang der Schwingung im Horn⁸



Mundstück (18mm)

Das Mundstück ist ein 10cm langes konisches Röhrchen, das oben eine kesselförmige Höhlung hat. Einen Ton kann man auch ohne Mundstück erzeugen, doch dann treten die Effekte wie bei einem geschlossenen Rohr auf. Mit einem Mundstück wird dies verhindert, da die Öffnung beim Engnis nicht mit den Lippen verschlossen werden kann.

Das Mundstück hat auch Einfluss auf die Ansprache und die Klangfarbe der Töne. Mit einem weiten Mundstück lassen sich besser tiefe Töne blasen, denn die Lippen können gut langsam vibrieren. Mit einem engen Mundstück erreicht man dafür besser die hohen Töne. Beim Alphorn liegt der Mundstückradius in der Regel zwischen 17 und 19mm. Die Klangfarbe hängt vom Kessel und vom Holz ab. Ist der Kessel eher kegelförmig, entstehen Waldhorntöne, ist er kurz und rund, Trompetentöne. Das Mundstück beim Alphorn gleicht eher dem eines Waldhorns. Das Holz, aus dem das Mundstück gefertigt ist, spielt auch eine Rolle. Harte Hölzer, wie z.B. Ebenholz, lassen den Ton härter erklingen, weichere Hölzer wie z.B. Kirschbaumholz ergeben einen wärmeren Ton.

2.6 Spektralanalyse und Klangfarbe

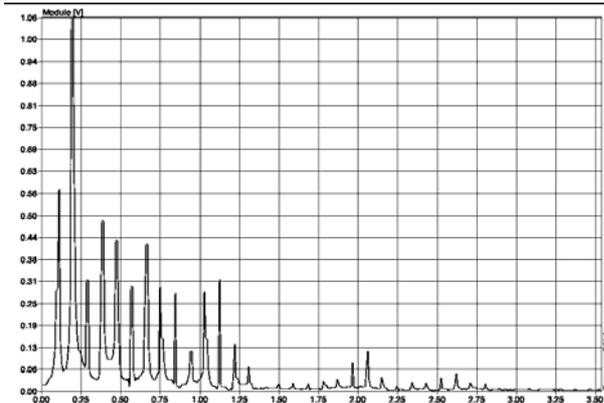
Wird ein Ton im Alphorn angeregt, entsteht nicht nur dieser eine Ton, sondern ein Gemisch aus diesem und mehreren Obertönen. Die Frequenzen dieser Töne sind ein Vielfaches der Grundfrequenz. Die Zahl und die Stärke dieser Obertöne beeinflussen die Klangfarbe. Ein Ton mit hochfrequenten Obertönen erscheint heller als ein Ton mit tieffrequenten Obertönen. Je weniger Obertöne es gibt, desto reiner tönt der Ton. Gibt es viele Obertöne, ertönt der Klang warm.

Um die Frequenzen der Obertöne zu messen, kann man eine Spektralanalyse machen. Mit einem Mikrophon wird ein Ton aufgenommen. Mit Hilfe des Computerprogramms Audio Xplorer kann man den Tonverlauf darstellen und

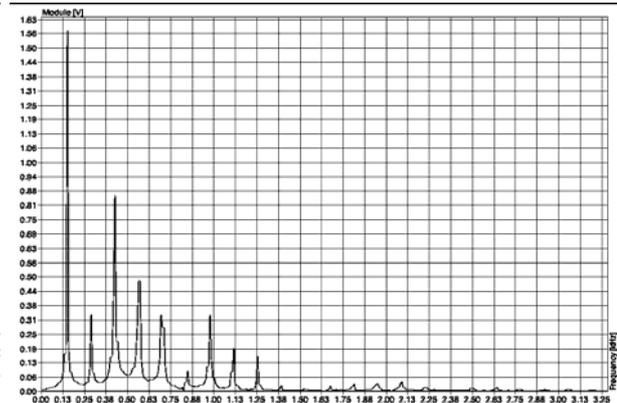
⁸ Schneider, 1995, S. 31

an einer beliebigen Stelle die Frequenzen und die Anzahl der Obertöne betrachten.

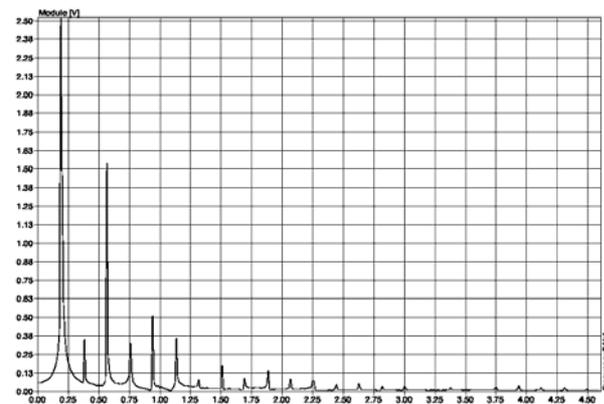
Spektralanalyse meines Fis/Ges-Alphorns mit Mundstück:



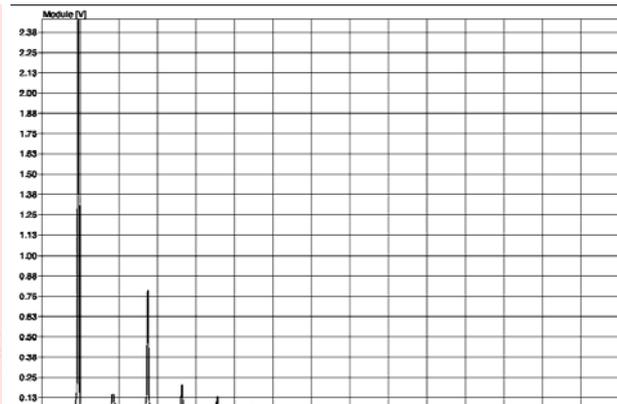
1. Alphon: grosses Fis/Ges



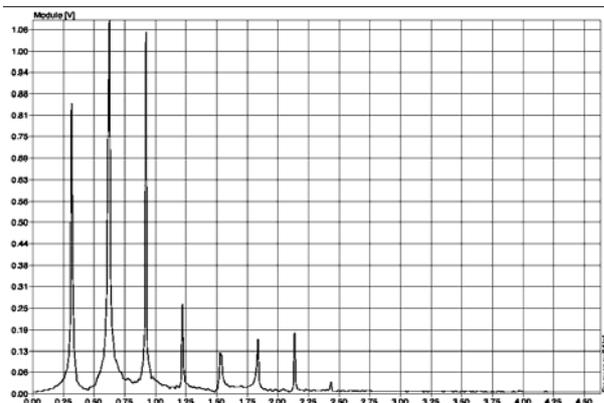
2. Alphon: kleines cis/des



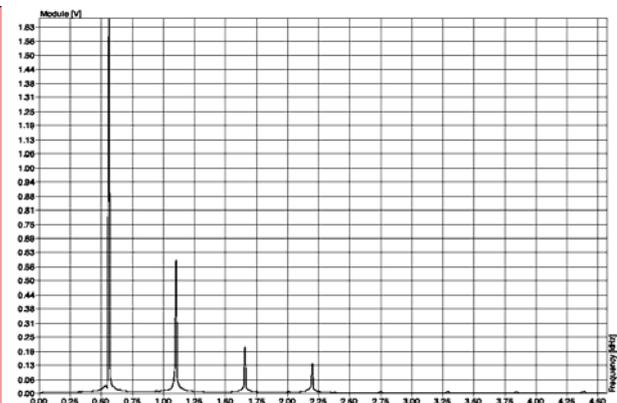
3. Alphon: kleines fis/ges



4. Alphon: kleines ais/b



5. Alphon



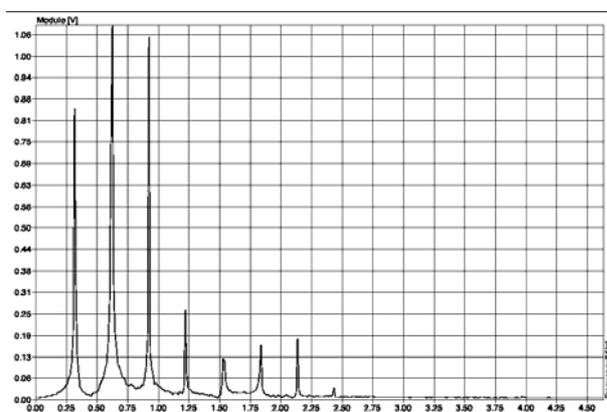
6. Alphon

Die Analysen zeigen die Frequenzen in Hertz (Abszisse) und die relativen Amplituden (Ordinate) der Obertöne.

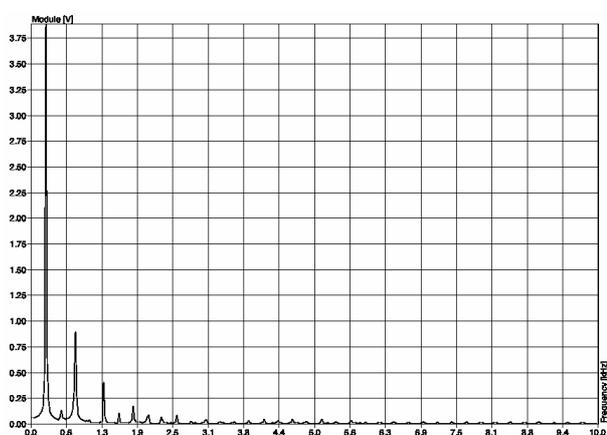
In den ersten vier Spektralanalysen versuchte ich den 2. bis 5. Ton der Naturtonreihe zu blasen. In den Graphiken 5 und 6 sind höhere Töne gespielt worden.

Es ist zu sehen, dass die Frequenzen mit der Tonhöhe zunehmen. Die tiefen Töne haben mehr Obertöne als höhere Töne. Beim grossen Fis/Ges sind Obertöne mit hohen Frequenzen zu sehen. Die abzulesenden Frequenzen im Diagramm entsprechen nicht genau den berechneten Frequenzen der Naturtöne. Dies könnte am Ziehbereich des Tones liegen. Für den Spieler bedeutet dies, dass er einen Ton in der Höhe ein wenig variieren kann. Da ich noch nicht sehr geübt bin, könnte dies der Grund für die Differenzen sein.

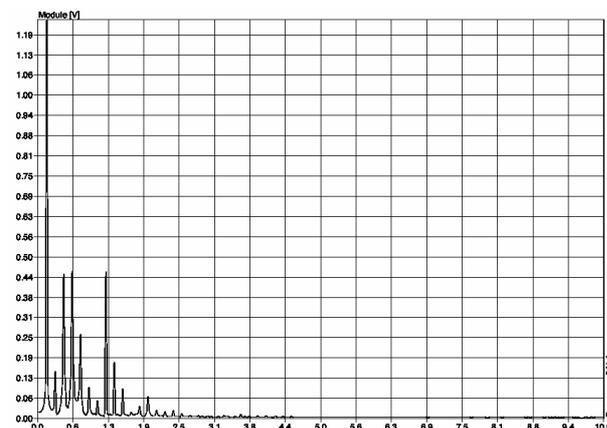
Spektralanalyse eines Kunststoffschlauches (Länge: 171cm, Durchmesser: 1,5cm) mit und ohne Mundstück



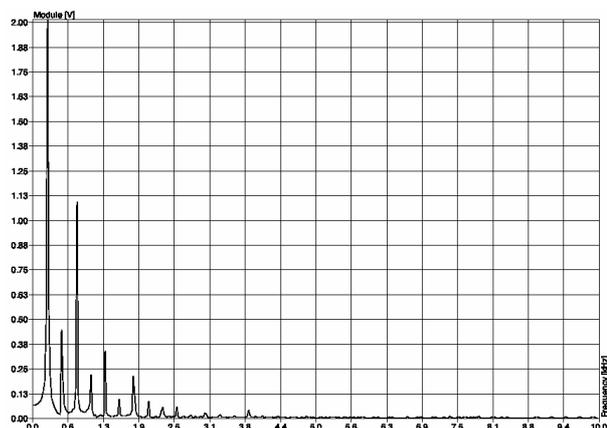
1. Schlauch: mit Mundstück



2. Schlauch: mit Mundstück



3. Schlauch: ohne Mundstück



4. Schlauch: ohne Mundstück

Dies sind Spektralanalysen eines Schlauches. Ich versuchte mit und ohne Mundstück einen tieferen und einen höheren Ton zu spielen. Mit Mundstück entstanden weniger Obertöne als ohne Mundstück. Das hat vermutlich damit zu tun, dass man mit einem Mundstück die Resonanzfrequenzen genauer anregen kann. Auch die Frequenzen der Obertöne sind ohne Mundstück ein wenig tiefer. Dies würde meine Vermutung über den Vorteil des Engrnisses beim Mundstück unterstützen.

2.7 Was ist nun das Spezielle am Alphorn?

Aus den Ergebnissen von oben folgere ich, dass das Faszinierende vor allem an der Klangfarbe, der Stimmung und an der Grösse des Instrumentes liegt. Die Klangfarbe hängt von der Zahl und von der Stärke der einzelnen Obertöne ab. Den Unterschied zwischen dem Alphorn und einem Schlauch sieht man nicht nur in den Klangspektren, sondern hört ihn vor allem beim Spielen. Im Unterschied zu Blechblasinstrumenten hat das Alphorn einen warmen, urchigen Klang. Da es nicht temperiert gestimmt ist, lassen sich nur Töne der Naturtonreihe spielen. Diese Töne sind unserem Gehör ein wenig ungewohnt und vielleicht gerade deshalb so spannend. Meist erkennen wir die Töne eines Alphorns sofort.

Einzigartig sind sicher auch die Grösse und die Form des Alphorns. Dieses Instrument wird oft im Freien oder in grossen Räumen gespielt, wo sich der Ton erst richtig entfalten kann. Darum ist, denke ich, das Alphornspiel ab Radio auch nicht halb so schön wie ein Vortrag in der Natur.

Zum Schluss kann ich sagen, dass sich mit dem Ende dieser Arbeit wieder Dutzende neuer Fragen stellen. Weiter könnte man noch mehr Spektralanalysen von allen anderen Tönen machen, diese mit verschiedenen Instrumenten vergleichen und den Einfluss von Rohrmaterialien und Rohrformen untersuchen. Interessant wäre auch der Vergleich mit dem Digeridoo, dem Büchel, dem Hirtenhorn und anderen Naturtoninstrumenten.

Zusammenfassung

Diese Maturitätsarbeit ist in zwei Unterthemen gegliedert:

In einem ersten praktischen Teil wird der Bau eines Alphorns beschrieben und anhand von Bildern und einem stichwortartigen Arbeitsablauf illustriert. Die Bauzeit betrug ca. 10 Tage.

Im zweiten Teil wird versucht, die Leitfragen, wie die Töne im Alphorn entstehen und was so speziell an der Naturtonreihe ist, zu beantworten.

Das Resultat ist eine Beschreibung, was im Alphorn beim Anregen eines Tones auf physikalischer Ebene passiert. Daraus folgt als weiteres Thema die Naturtonreihe, deren Zustandekommen und deren Veränderungen durch verschiedene Faktoren. Zuletzt werden mit dem fertigen Alphorn und einem Kunststoffschlauch Spektralanalysen gemacht um etwas mehr über die Zusammensetzung einzelner Töne aus Grundton und Obertönen zu erfahren.

Literaturverzeichnis

Bücher:

Bachmann-Geiser, Brigitte. (1999). Vom Lock- zum Rockinstrument. 1. Auflage, Bern: P. Haupt

Schüssele, Franz. (2000). Alphorn und Hirtenhorn in Europa. 1. Auflage, Druck und Verlag Obermayer GmbH

Schneider, Christian. (1995). Der Alphornbläser. 4. Auflage, Eigenverlag

Janetzky, Kurt/ Bröchle, Bernhard. (1984). Das Horn. 1. Auflage, Mainz: Schott

Pierce, John R. (1985). Klang: Musik mit den Ohren der Physik. 1. Auflage, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft

Seiler, Ulrich/ Hardmeier, W. (1970). Lehrbuch der Physik (Mechanik und Akustik). 8. Auflage, Zürich: Polygraphischer Verlag AG

Bader, Franz/ Dorn, Friederich. (1989). Physik in einem Band. 1. Auflage, Hannover: Schrödel

Lötschert, Wilhelm. (1985). Palmen. 1. Auflage, Stuttgart: E. Ulmer

Webseiten:

Schneider, Christian. (1995). Das Alphorn in der Schweiz. www.alphornbau.ch, August 2004

Margot, Res. (4.4.2003). Alphorn, Büchel, Alpdoo. www.margotmargot.ch/index.html, August 2004

Universität Hamburg, Fachbereich Biologie. (30.7.2003). www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d53/palmen.htm#01, Oktober 2004

Deutschsprachiges Blasmusikforum. (2003). www.musiktreff.info/index.php, Februar 2004

Filme:

Schwietert, Stefan. (2003). Das Alphorn (mit Hans-Jürg Sommer, Balthasar Streiff, Hans Kennel)

Kessler, Ludy. (1986). Das Alphorn. RTSI-SRG

NZZ-Format, Neue Zürcher Zeitung. (2004). Alphorn-Studenten