

Silber, Gold, Platin...
Der Materialaspekt bei Querflöten

Spiel- und Hörtests, Umfragen und Klanganalysen

Schriftliche Hausarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
„Magistra artium“

von

Renate Linortner

Betreuer: Univ. Ass. Mag. Dr. Matthias Bertsch

Institut für Wiener Klangstil
Wien, im Mai 2001

Vorwort

Ein großer Dank für die Hilfe und Unterstützung gilt allen Mitarbeitern im Institut für Wiener Klangstil, allen voran meinem Betreuer **Univ. Ass. Mag. Dr. Matthias Bertsch** und **Herrn Univ. Prof. Mag. Gregor Wiholm**.

Alle Klangaufnahmen, Klanganalysen, Hörtests etc. wurden im IWK durchgeführt, da nur dort die jeweiligen Geräte und dementsprechenden Räume zur Verfügung standen.

Ich bedanke mich in diesem Zusammenhang bei den Flötisten: **Maura Bayer, Dorit Führer, Rudolf Gindlhuber, Wolfgang Lindenthal, Matthias und Wolfgang Schulz** (dieser hat auch seine Instrumente bereit gestellt), die sich bereit erklärt haben, bei den Aufnahmen mitzuspielen.

Allen Flötisten (15 Personen), die beim Hörtest mitgemacht haben, sowie jenen, die auf meine Umfrage geantwortet und Auskünfte über ihr Instrument gegeben haben (es waren dies 111 Personen) sei ebenso gedankt.

Herr Werner Tomasi hat viele wichtige Unterlagen, Bücher und Instrumente zur Verfügung gestellt, sowie einige Stunden für Gespräche über seine Erfahrungen und Erkenntnisse investiert.

Die Metallfirma **Ögussa** und die Firma **Muramatsu** haben ebenso auf Anfragen reagiert und wichtige Auskünfte für diese Arbeit gegeben.

Danke

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Vorwort | 2 |
| 1. Einleitung | 5 |
| 2. Material und Akustik | 6 |
| 2.1 Die Metalle (nach Diebener 1929) | 6 |
| 2.1.1 Die Edelmetalle | 6 |
| Gold (Au) | 6 |
| Silber (Ag) | 6 |
| Platin (Pt) | 6 |
| 2.1.2 Die Unedelmetalle | 7 |
| Kupfer | 7 |
| Nickel | 7 |
| Zink | 7 |
| Zinn | 7 |
| Kadmium | 8 |
| 2.1.3 Gold und Silberlegierungen | 8 |
| Goldlegierungen | 8 |
| Silberlegierungen | 10 |
| Roh-Materialien für den Bau von Querflöten | 11 |
| 2.1.4 Grundbegriffe der Metallkunde (nach Diebener 1929) | 13 |
| Die Härteprüfung | 14 |
| Der Zerreiversuch | 15 |
| Die mikroskopische Gefügeuntersuchung | 15 |
| Verformung und Wärmebehandlung | 22 |
| Die Aushärtung | 22 |
| 2.2 Materialien und deren Kombination bei Querflöten | 22 |
| Kombinationsmöglichkeiten der Metalle heute | 23 |
| Materialien Ende des 19. Jahrhunderts | 23 |
| 2.3 Die Entwicklung der Querflöte im Bezug auf das Material | 25 |
| 2.4 Akustische Aspekte | 32 |
| 2.4.1 Der Einfluß des Spielers auf den Klang | 32 |
| Der Anblasdruck | 32 |
| Die Lippenöffnung | 33 |
| Die Abdeckung des Mundloches | 33 |
| Der Einfluß der Anblasrichtung | 33 |
| Die Auswirkungen des Vibratos im Bezug auf den Flötenklang (nach Meyer 1991) | 34 |
| 2.4.2 Weitere Klangeinflüsse im Bezug auf das Instrument | 35 |
| Versuch von Coltman 1971 (zit. nach Sonneck) | 35 |
| 3. Der Versuchsaufbau | 37 |
| 3.1 Die Spieler | 37 |
| 3.2 Die Instrumente | 38 |
| Versilbert (VSI) | 38 |
| Silber (SI) | 38 |
| Verplatinert (VPT) | 38 |
| 9 Karat (9K) | 38 |
| 14 Karat (14K) | 39 |
| 24 Karat (24K) | 39 |
| Platin (PT) | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3 Das Aufnahmeprogramm | 41 |
| 3.4 Klangaufnahme und Verarbeitung | 42 |
| <i>Aufnahme von Klangbeispielen</i> | 42 |
| <i>Geräteeinstellungen</i> | 43 |
| <i>Digitale Signalverarbeitung</i> | 43 |
| <i>Schnappschuß-Dokumentation während der Klangaufnahmen</i> | 44 |
| 4 Klanganalysen | 45 |
| 5 Umfrage und Hörtests | 57 |
| 5.1 Umfrage an alle Flötisten im Raum Wien | 57 |
| <i>Auswertung Material</i> | 63 |
| <i>Auswertung nach Flötenfirmen</i> | 64 |
| 5.2 Hörtest | 65 |
| 5.2.1 Zuordnung der Instrumente – (Hörtest Hb) | 65 |
| 5.2.2 Auswertung der Klangbeschreibung – (Hörtest Hc) | 74 |
| <i>Flöte A = Silber</i> | 74 |
| <i>Flöte B = 24 Karat</i> | 75 |
| <i>Flöte C = Platin</i> | 76 |
| <i>Flöte D = 14 Karat</i> | 77 |
| <i>Flöte E = 9 Karat</i> | 78 |
| <i>Flöte F = Versilbert</i> | 79 |
| <i>Flöte G = Verplatinert</i> | 80 |
| <i>Zusammenfassung der Benotungen im Hörtest</i> | 81 |
| 5.2.3 Gegenüberstellung “Vorurteil” (Ha) und Hörtest-Aussagen (Hc) | 82 |
| 5.2.4 Beurteilung der 7 Testinstrumente von den Spielern | 84 |
| 6 Zusammenfassung | 85 |
| 7 Literaturverzeichnis | 87 |
| 8 Anhang | 88 |
| Lebenslauf | 95 |

1. Einleitung

In Kurzform spricht man bei den Instrumenten von Silberflöten oder Goldflöten und seit einiger Zeit auch von Platinflöten. Daß aber keines der Instrumente zu 100% aus dem jeweiligen Material besteht, sondern es sich zum Großteil um Legierungen handelt, wird nicht erwähnt. Es ist daher sehr interessant, über die Materialien, deren Vorkommen bzw. Herkunft und Eigenschaften zu erfahren. Vor allem aber über die genauen Bestandteile jener Metalle, die heute für den Bau von Querflöten benützt werden.

Wie schon erwähnt, sind in der heutigen Zeit, Silber, Gold und Platin die drei am häufigsten verwendeten Metalle für die Herstellung von Querflöten. Obwohl man weiß, daß man sie früher aus Holz gebaut hat und sie daher zu den Holzblasinstrumenten zählt, wird die moderne Flöte heute hauptsächlich aus Metall hergestellt. Man muß aber hinzufügen, daß wieder Interesse an Holzflöten mit Metallmechanik besteht und diese aufgrund der Weiterentwicklung den Metallflöten wieder Konkurrenz machen.

Da sich die meisten Flötisten beim Kauf eines neuen Instrumentes oft nicht im Klaren sind, für welches Material sie sich entscheiden sollen, ist es mir ein Bedürfnis gewesen, zu untersuchen, bzw. herauszufinden, ob es sich tatsächlich lohnt, für eine Flöte 300.000 bis 1.000.000 Schillinge auszugeben, wo es doch auch Instrumente um 50.00 bis 150.000 Schilling gibt, die ebenso sehr gut sind.

Ich wandte mich an das Institut für Wiener Klangstil, kurz IWK genannt, und wurde von Herrn Univ. Ass. Mag. Dr. Matthias Bertsch während meiner Arbeit betreut.

Wir einigten uns darauf, Aufnahmen (7 Flötisten, 7 bezogen auf das Material unterschiedliche Flöten) zu machen und diese dann genauer zu analysieren. Mehrere Flötisten stellten sich zum Anhören der Hörtests zur Verfügung und versuchten mögliche Unterschiede in bezug auf den Klang des Instrumentes herauszuhören.

Zusätzlich wurde der Klang mittels digitaler Klanganalysen in Spektralbildern dargestellt, um möglicherweise auf diesem Wege die unterschiedlichen Metalle der aufgenommenen Querflöten zu erkennen.

Wir beschlossen auch, eine Umfrage auszuarbeiten, die Aufschluß über das Material der Flöten, die von Wiener Musikern (Profis, Studenten und Amateure) gespielt werden.

Mir erschien es auch wichtig, grundsätzlich über die Metalle mehr zu erfahren und in dieser Arbeit in einem Kapitel näher darauf einzugehen. Dazu beschäftigte ich mich mit einem „Werkstattbuch für die Praxis“, einem wichtigen Lehrbuch für Goldschmiede.

Ebenso widmete ich ein Kapitel der Entwicklung der Querflöte im Bezug auf das Material.

2. Material und Akustik

2.1 Die Metalle (nach Diebener 1929)

2.1.1 Die Edelmetalle

Gold (Au)

wurde erstmals im 5. Jahrtausend vor Christus gefunden. Gegenstände und Schmuck aus Gold stammen aus dem ersten Jahrtausend vor Christus. Die Lagerstätten sind vor allem in Südafrika, Nordamerika und Rußland. Gefunden wird dieses edle Metall als feine Körnchen und Flitter in anderen Gesteinen und Erzen oder im Gemenge mit Kies und Sand.

Die Farbe definiert man als „gelblich glänzend“. Der Schmelzpunkt liegt bei 1063°C, der Siedepunkt bei ca. 2950°C. Da es sich um ein sehr weiches Metall handelt wurde es von alters her mit Kupfer und Silber legiert, wodurch es härter wurde und seine Farbe veränderte: mit Silber wurde es blasser und heller, mit Kupfer eher rötlich und dunkler.

Silber (Ag)

wird aus dem wichtigsten Silbererz, dem Silberglanz Argenit gewonnen und hat seinen Schmelzpunkt bei 960°C, den Siedepunkt bei 2180°C. Hauptsächlich aber ergibt sich Silber aus den sehr geringen Silbergehalten der Erze unedler Metalle, wie Blei-, Zink-, Kupfer- und Nickelerze. Bei deren Verhüttung fällt Silber sozusagen als Nebenprodukt an. Große Silbervorkommen findet man in Mexiko (ein Drittel des gesamten Abbaus in Amerika) aber auch in Deutschland. Das „weiß, prächtig glänzende“ Metall verfügt über höchste Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität. Es wird meist mit Kupfer legiert. Da es sich leicht mit Schwefel und Schwefelbindungen verbindet, laufen Silberlegierungen an der Luft durch flüchtige Sulfide an. Es wird schwarz, wenn es mit schwefelhaltigem Eiweiß in Berührung kommt.

Platin (Pt)

kommt in der Natur meist gediegen, in der Gesellschaft mit den fünf anderen Platinmetallen Palladium, Rhodium, Iridium, Ruthenium und Osmium vor.

Es wurde früher als eine wertlose Abart des Silbers gehalten, ist aber heute der teuerste Werkstoff des Goldschmieds. Platin findet man vor allem im Ural und in Kolumbien. Seit etwa zwei Jahrzehnten, als bei der Verhüttung südafrikanischer und kanadischer Nickel- und Kupfererze erhebliche Mengen an Platinmetallen anfielen, hat ihre Bedeutung jedoch außerordentlich nachgelassen.

Es hat seinen Schmelzpunkt bei 1773,5°C, den Siedepunkt bei ca. 4400°C. Der hohe Schmelzpunkt bedingt eine besondere Schmelz- und Gießtechnik. Der Goldschmied bezeichnet den Farbton: grau-weiß, ins bläulich spielend. Platin ist im reinen Zustand weich wie Kupfer und kann daher zu dünnen Blechen gewalzt, zu Folien ausgehämert und zu dünnen Drähten gezogen werden.

Es gibt fünf verschiedene Platinmetalle: Palladium (grau-weiß) ist das billigste Platinmetall und wird als Zusatz bei Weißgold verwendet. Rhodium (silber-weiß) wird von keiner Säure angegriffen und daher bei Silberwaren gegen das „Anlaufen“ verwendet. Iridium (hellgrau) ist das härteste Platinmetall. Man nimmt es zur Härtesteigerung als Zusatz zu Platin. Osmium (grau-weiß, ins bläuliche schimmernd) ist sehr spröde. Hierfür gibt keine besondere Anwendungsmöglichkeit.

2.1.2 Die Unedelmetalle

Kupfer

ist das wichtigste Unedelmetall. Es wird bergmännisch aus verschiedenen Kupfererzen (v. a. Kupferkies, Kupferglanz und Rotkupfererz) gewonnen und dient als Zusatz für nahezu alle Gold- und Silberlegierungen. Das rötliche Kupfer beeinflusst in Kombination mit anderen Metallen vor allem auch die Farbe, je nachdem wie hoch der Kupferanteil ist. Das bedeutendste Vorkommen in Deutschland ist der Mansfelder Kupferschiefer, in dem neben geringen Silbermengen etwa 3% Kupfer als Kupferkies enthalten sind. Aus einigen der Erze läßt sich das Kupfer leicht durch Reduktion mit Kohle gewinnen.

Da das Metall auch Namensträger einer Zeitepoche der Menschheit ist (Kupferzeit), wird es als ältestes Gebrauchsmetall betrachtet. Kupferlegierungen sind: Messing (= Kupfer und Zink), Tombak (ebenso Kupfer und Zink, wobei der Zinkgehalt viel geringer ist, als bei Messing) und Bronze (= Kupfer und Zinn), welches vorwiegend zur Herstellung von Waffen, Werkzeugen und Kirchenglocken (aufgrund der guten Schmelzbarkeit) verwendet wird. Der Schmelzpunkt von Kupfer liegt bei 1086°C, der Siedepunkt bei 2600°C.

Nickel

ist ein weiß-gelbliches Metall und macht ein Gefüge härter. Mit Eisen kombiniert, kommt es in Meteoriten vor. Der Schmelzpunkt liegt bei 1455°C, der Siedepunkt bei 2730°C.

Als reines Metall hat Nickel nur wenig Anwendungsgebiete gefunden; als Legierungsmetall von Stählen hat es jedoch ungeheure Bedeutung erlangt. Die für den Goldschmied wichtigen harten Weißgolde verdanken ihre Farbe einem Nickelzusatz. Besonders häufig ist Nickel im Magnetkies enthalten (Fundorte: Canada, Schweden, Norwegen, Italien usw.)

Zink

hat seinen Schmelzpunkt bei 419,5°, den Siedepunkt bei 906°Celsius. Es wird hauptsächlich aus den Zinkerzen Zinkblende und Zinkspat gewonnen. Das Metall ist bläulich-weiß. Es oxydiert an feuchter Luft leicht unter Bildung von basischem Carbonat, das als festhaftende Schicht vor weiteren Veränderungen schützt. In Säuren und in Laugen löst sich Zink leicht auf. In der Kälte ist das Metall verhältnismäßig spröde, bei 120° bis 150° läßt es sich hingegen leicht verformen. Wird Zink unter Luftzutritt stark erhitzt, verbrennt es zu einem weißen Rauch von Zinkoxyd.

Es wird als Legierungszusatz bei der Herstellung von Messing und Tombak benötigt; große Mengen werden auch bei der Feuerverzinkung von Eisenblech verbraucht. Aus Zink und seinen Legierungen werden ferner im Spritzgußverfahren Maschinenteile mannigfaltigster Art produziert. Die meisten Gold- und Silberlote enthalten Zink, auch bei achtkarätigen Goldlegierungen ist ein Zusatz von Zink üblich.

Das sogenannte Neusilber entsteht durch die Kombination von Kupfer, Zink und Nickel und ist ein billiger Silberersatz. Es zeichnet sich durch Härte und Korrosionsbeständigkeit aus. Man verwendet es vor allem zu Herstellung von Besteck, medizinischen Geräten und Musikinstrumenten. Meist kommt noch eine galvanische Silberauflage darüber.

Zinn

ist ein silberweißes Metall, das seinen Glanz auch in feuchter Luft beibehält und sich leicht verformen und zu dünnen Folien walzen oder hämmern läßt. Wichtigstes Erz ist der Zinnstein, aus dem das Metall durch Reduktion mit Kohle im Flammenofen gewonnen wird. Der weitaus größte Teil der Erzvorkommen entfällt auf Ostindien, Banka und Bolivien. Aus Zinn wurden in

früheren Zeiten in großem Umfang Teller, Krüge, Becher und sonstiges Geschirr, vor allem aber auch Orgelpfeifen hergestellt. Heute spielt das Zinngießwerk nur mehr eine bescheidene Rolle. Der Schmelzpunkt liegt bei 232°, der Siedepunkt bei 2270° Celsius.

Kadmium

Das weiße Metall, dessen Erze sich in der Natur als Begleiter der Zinkminerale vorfinden, ähnelt in seinem Verhalten dem Zink. Beim Erhitzen an Luft verbrennt es unter Bildung eines braunen Rauchs.

Kadmium findet als Zusatz bei Gold- und Silberloten, die einen niedrigen Schmelzpunkt haben sollen, Anwendung. Auch bei Silberlegierungen, die für Tiefzieharbeiten benötigt werden, ist ein Zusatz von Kadmium gebräuchlich. Der Schmelzpunkt liegt bei 232°, der Siedepunkt bei 2270° Celsius.

2.1.3 Gold und Silberlegierungen

Feingold und Feinsilber (also reine Metalle, ohne Zusatz) sind für die Verarbeitung ungeeignet, weil sie in diesem Zustand zu wenig Festigkeit besitzen. Sie werden daher mit anderen Metallen zusammengeschmolzen. Die Vereinigung mehrerer Metalle durch Schmelzen nennt man Legierung. Zusätzlich dient die Legierung zur Veränderung der Farbe und zur Verbilligung der jeweiligen Produkte. Hauptsächlich Zusatzmetalle für Edelmetallegierungen sind: Kupfer, Messing, Bronze und Zink. Es ist sehr einfach, Goldlegierungen in großen Zahl von Farben herzustellen (vom tiefsten dunkelrotgelb bis hellen blassgelb). Bei Silber ergibt sich durch Kombination mit Kupfer nur eine geringe Veränderung. Beim Erhitzen der Metalle ist äußerste Vorsicht geboten, da es sonst zum Oxidieren und Verdampfen der Metalle kommen kann. Gold zum Beispiel verdampft bei einer Temperatur von über 1100°C, vor allem in Gegenwart von Kupfer. So ist also genaue Kenntnis der Werkmetalle von Nöten, um über die jeweiligen chemischen Reaktionen Bescheid zu wissen.

Das Mengenverhältnis einer Legierung wird nach Hundertteilen (Prozenten) und bei Edelmetallen in Tausendteilen angegeben. Den Anteil an Edelmetall nennt man Feingehalt, wobei bei Goldlegierungen der Silbergehalt unberücksichtigt bleibt.

Gold wurde (auch heute noch) in Karat, Silber in Lot angegeben.

| | | | |
|------|---------------|---|--------------------------|
| Bsp. | 24 Karat Gold | = | 1000 Tausendteile |
| | 14 Karat Gold | = | 583,33 Tausendteile usw. |

| | | | |
|------|---------------|---|-------------------|
| Bsp. | 16 Lot Silber | = | 1000 Tausendteile |
|------|---------------|---|-------------------|

Goldlegierungen

Goldlegierungen bestehen vor allem aus Kupfer, Feinsilber und Feingold. Die Kombination dieser Edel- und Unedelmetalle dient der Härteveränderung, ermöglicht ein breiteres Farbspektrum und bietet die Möglichkeit, je nach Goldanteil, die Gegenstände im Wert zu verändern, also billiger oder teurer zu machen. Das 18- und 14karätige Gold wird mit Ausnahme des Weißgoldes immer aus den drei Grundmetallen: Feingold, Feinsilber und Kupfer legiert. Auch das 8karätige Gold kann auf diese Weise hergestellt werden, doch wird zwecks Erzielung einer goldähnlicheren Farbe häufig vorgezogen, eine Vorlegierung, Bronze genannt, zu verwenden. Neuerlich wird auch Palladium- eine Platinmetall- verwendet, um die Gold- Silber- Legierungen mit niedrigerem Goldgehalt anlauffest zu machen. Für zahntechnische Zwecke zum Beispiel wird zu den drei Grundmetallen noch Platin zugefügt, was zur Änderung der Härte führt.

Hier eine Tabelle der bewährten Goldlegierungen, wie sie vor allem für den Goldschmied gebräuchlich sind. Da auch Querflöten aus derartigen Goldlegierungen bestehen, ist daher interessant, woraus die Legierungen im Detail bestehen und welche Farbnuancen daraus entstehen.

Bewährte Goldlegierungen in verschiedener Farbe und verschiedenem Feingehalt

| Fein-Gehalt | Rot | | Rötlich | | Gelb | | Grün | | Weiß | |
|---------------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|----------|------|
| 18 Karat 750 000 | Feingold | 750 | Feingold | 750 | Feingold | 750 | Feingold | 750 | Feingold | 750 |
| | Feinsilber | — | Feinsilber | 105 | Feinsilber | 125 | Feinsilber | 125 | Nickel | 155 |
| | Kupfer | 250 | Kupfer | 145 | Kupfer | 125 | Kadmium | 125 | Kupfer | 55 |
| | | 1000 | | 1000 | | 1000 | | 1000 | Zink | 40 |
| | | | | | | | | | | 1000 |
| 14 Karat 585 000 | Feingold | 585 | Feingold | 585 | Feingold | 585 | Feingold | 585 | Feingold | 585 |
| | Feinsilber | 90 | Feinsilber | 160 | Feinsilber | 207 | Feinsilber | 355 | Nickel | 145 |
| | Kupfer | 325 | Kupfer | 255 | Kupfer | 208 | Kupfer | 60 | Kupfer | 200 |
| | | 1000 | | 1000 | | 1000 | | 1000 | Zink | 70 |
| | | | | | | | | | | 1000 |
| 8 Karat 333 000 | Feingold | 333 | Feingold | 333 | Feingold | 333 | Feingold | 333 | Feingold | 333 |
| | Feinsilber | 90 | Feinsilber | 210 | Feinsilber | 113 | Feinsilber | 534 | Nickel | 160 |
| | Kupfer | 357 | Kupfer | 250 | Kupfer | 154 | Kupfer | 90 | Kupfer | 450 |
| | Rotbronze | 220 | Rotbronze | 207 | Gelbbronze | 300 | Gelbbronze | 43 | Zink | 57 |
| | 1000 | | 1000 | | 1000 | | 1000 | | | 1000 |

Abb. 2/1 (Diebener S. 102)

Nachstehende Tabelle zeigt eine Anzahl von Legierungsrezepten, denen die wichtigsten Eigenschaftsangaben beigefügt sind. Es kann daraus abgelesen werden, welche Legierung für eine bestimmte Arbeit auszuwählen ist. Die Zusammensetzung der Weißgolde und farbigen Goldlegierungen in dieser Tabelle sollen selbstverständlich nicht als feststehende Rezepte aufgefaßt werden, sondern als Beispiele, die mannigfach verändert werden können. Sie soll in der Hauptsache zeigen, in wie weiten Grenzen der Goldschmied und ja auch der Instrumentenbauer sein Material in Bezug auf thermische und mechanische Eigenschaften verändern kann und sich somit die für seinen bestimmten Zweck geeignetste Legierung schaffen oder beschaffen kann.

Weißgold- und Goldlegierungen

| Zusammensetzung in Tausendteilen | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-----------|--------|--------|--------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|---------|---------|
| | Gold | Silber | Palladium | Kupfer | Nickel | Zink | Bronze bzw. Messing | Schmelz- punkt | Erstarr- punkt | Brinell- härte | Proportional- grenze | Bruch- festigkeit | Dehnung | Tiefung |
| Edles Weißgold | 833 | — | 167 | — | — | — | silberweiß | 1329 | 1320 | 59 | 11 | 26 | 35 | 10,7 |
| | 810 | 40 | 150 | — | — | — | silberweiß | 1322 | 1298 | 59 | 19 | 21 | 17 | 10,9 |
| | 800 | — | 200 | — | — | — | silberweiß | 1370 | 1345 | 76 | 21 | 33 | 31 | 10,4 |
| | 750 | 50 | 150 | 50 | — | — | silberweiß | 1206 | 1155 | 97 | 26 | 46 | 30 | 9,4 |
| | 710 | 130 | 115 | 45 | — | — | silberweiß | 1160 | 1131 | 89 | 24 | 33 | 31 | 9,2 |
| | 638 | 180 | 112 | 70 | — | — | weißlich | 1096 | 1059 | 91 | 17 | 39 | 14 | 8,5 |
| Weißgold mit Nickel | 833 | — | — | 17 | 135 | 15 | weiß | 941 | 920 | 175 | 63 | 76 | 25 | 7,8 |
| | 833 | — | — | — | 150 | 17 | weiß | 927 | 888 | 177 | 68 | 77 | 26 | 7,8 |
| | 750 | — | — | 35 | 158 | 57 | weiß | 952 | 875 | 185 | 58 | 71 | 37 | 8,5 |
| | 750 | — | — | 82 | 134 | 34 | fast weiß | 950 | 925 | 176 | 53 | 83 | 29 | 7,9 |
| | 585 | — | — | 258 | 153 | 4 | weiß | 1042 | 982 | 177 | 51 | 71 | 29 | 7,4 |
| | 585 | — | — | 200 | 145 | 70 | weiß | 985 | 919 | 152 | 43 | 74 | 41 | 8,8 |
| | 585 | — | — | 205 | 135 | 65 | weißlich | 990 | 921 | 154 | 46 | 76 | 42 | 8,4 |
| | 333 | — | — | 450 | 160 | 57 | weiß | 1132 | 1117 | 142 | 48 | 73 | 24 | 7,3 |
| Dreisstofflegierung Gold-Silber-Kupfer | 917 | 28 | — | 55 | — | — | dunkelgelb | 979 | 954 | 64 | 13 | 32 | 35 | 10,6 |
| | 917 | 55 | — | 28 | — | — | hellgelb | 1035 | 1024 | 48 | 11 | 26 | 38 | 10,8 |
| | 833 | 42 | — | 125 | — | — | orange gelb | 929 | 907 | 109 | 30 | 48 | 43 | 9,4 |
| | 833 | 125 | — | 42 | — | — | blaßgelb | 989 | 921 | 64 | 14 | 35 | 37 | 10,5 |
| | 750 | 36 | — | 214 | — | — | orangerot | 902 | 880 | 125 | 33 | 49 | 42 | 8,2 |
| | 750 | 125 | — | 125 | — | — | hellgelb | 905 | 882 | 105 | 28 | 48 | 45 | 9,4 |
| | 750 | 214 | — | 36 | — | — | hellgelbgrün | 991 | 943 | 65 | 13 | 34 | 39 | 10,1 |
| | 585 | 60 | — | 355 | — | — | orangerot | 907 | 889 | 109 | 27 | 45 | 44 | 10,4 |
| | 585 | 138 | — | 277 | — | — | orange gelb | 867 | 853 | 131 | 40 | 52 | 39 | 9,7 |
| | 585 | 207 | — | 208 | — | — | gelb | 845 | 827 | 186 | 55 | 66 | 17 | 6,8 |
| | 585 | 277 | — | 138 | — | — | blaßgelb | 874 | 833 | 138 | 53 | 64 | 14 | 6,2 |
| | 585 | 357 | — | 58 | — | — | hellgrün | 960 | 920 | 78 | 27 | 45 | 35 | 8,8 |
| | 500 | 167 | — | 333 | — | — | dunkelgelb | 884 | 850 | 182 | 49 | 64 | 27 | 7,8 |
| | 500 | 200 | — | 300 | — | — | goldgelb | 846 | 831 | 156 | 62 | 72 | 14 | 6,8 |
| 500 | 333 | — | 167 | — | — | schwefelgelb | 838 | 809 | 198 | 45 | 64 | 10 | 5,5 | |
| 333 | 95 | — | 572 | — | — | orange gelb | 926 | 892 | 102 | 23 | 46 | 42 | 9,9 | |
| 333 | 167 | — | 500 | — | — | goldgelb | 904 | 778 | 117 | 35 | 52 | 25 | 7,7 | |
| 333 | 267 | — | 400 | — | — | strohgelb | 856 | 778 | 99 | 37 | 53 | 24 | 7,4 | |
| 333 | 534 | — | 133 | — | — | blaßgrün | 866 | 780 | 116 | 33 | 50 | 23 | 7,0 | |
| Osterr. Viertel- gold | 250 | 150 | — | 480 | — | 120 | rötlichgelb | 903 | 762 | 117 | 24 | 58 | 29 | — |
| | 250 | 250 | — | 400 | — | 100 | goldgelb | 862 | 747 | 107 | 29 | 49 | 27 | — |
| | 250 | 300 | — | 330 | — | 120 | hellgelb | 903 | 762 | 117 | 24 | 58 | 29 | — |

Abb. 2/2 (Diebener S. 107)

Die Möglichkeiten der Farbbeeinflussung sind außer ins „rötliche“ auch ganz andere. In der nachstehenden Tabelle ist ersichtlich, in welcher verschiedenen Farben die Herstellung von Goldlegierungen möglich ist.

| Farbige Goldlegierungen | | | | | | | |
|-------------------------|---|------|-------------|-------|--------|-------|--------------|
| Hochrot | = | 10 | Teile* Gold | 5 | Kupfer | | |
| Sehr rot | = | 10 | „ „ | 10 | „ | | |
| Schwefelgelb | = | 10 | „ „ | 1,666 | Silber | | |
| Weißgrün | = | 10 | „ „ | 10 | „ | | |
| Grünlich | = | 75 | „ „ | 12,5 | „ | 12,5 | Kadmium |
| Grün | = | 75 | „ „ | 16,5 | „ | 8,5 | „ |
| Mittelgrün | = | 10 | „ „ | 3,250 | „ | 0,083 | Kupfer |
| Blau | = | 58,5 | „ „ | 20,75 | „ | 20,75 | Eisen |
| Grau | = | 10 | „ „ | — | | 2,5 | Stahlfeilung |

Abb. 2/3 (Diebener S. 103)

Silberlegierungen

Reines Silber eignet sich infolge seiner geringen Härte ebensowenig zur Herstellung von Geräten, Schmuck und Instrumenten, die der Abnutzung ausgesetzt sind, wie reines Gold. Es wird daher auch mit Unedelmetallen legiert, wodurch sich Festigkeit und Härte beträchtlich steigern. Im Instrumentenbau bestehen Silberlegierungen aus Silber und Kupfer. Der Kunstschmied legiert Silber aber auch mit anderen Unedelmetallen, wie Zink oder Kadmium.

Es ist selbstverständlich, daß einwandfreie Legierungen nur mit absolut reinen Metallen erzielt werden können, denn obwohl das Zweistoffsystem Silber- Kupfer durch zahlreiche metallographische Arbeiten in den letzten beiden Jahrzehnten ziemlich umfassend erforscht worden ist, und die Ergebnisse dieser Arbeiten auch allgemein bekannt sind, bereitet die Herstellung der Silber- Kupferlegierungen in der Edelmetallindustrie heute noch Schwierigkeiten. Hier seien wiederum in einer Tabelle alle möglichen Silberlegierungen und deren Eigenschaften angeführt:

| Silberlegierungen | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|------|---------|------|---------|--------------|--------------|-------|--------------|------------|---------|---------|
| Silber | Kupfer | Mangan | Zink | Kadmium | Zinn | Antimon | Schmelzpunkt | Erstarrpunkt | Härte | Prop.-Grenze | Festigkeit | Dehnung | Teilung |
| 1000 | — | — | — | — | — | — | 961 | 961 | 29 | 7 | 15 | 55 | 12,6 |
| 935 | 65 | — | — | — | — | — | 903 | 840 | 55 | 11 | 26 | 41 | 9,7 |
| 925 | 75 | — | — | — | — | — | 896 | 799 | 57 | 18 | 27 | 39 | 9,6 |
| 900 | 100 | — | — | — | — | — | 875 | 779 | 64 | 25 | 28 | 39 | 9,5 |
| 835 | 165 | — | — | — | — | — | 838 | 779 | 76 | 27 | 31 | 37 | 9,1 |
| 800 | 200 | — | — | — | — | — | 813 | 779 | 79 | 28 | 32 | 36 | 8,5 |
| 720 | 280 | — | — | — | — | — | 779 | 779 | 83 | 30 | 33 | 33 | 8,0 |
| 600 | 400 | — | — | — | — | — | 818 | 779 | 71 | 29 | 32 | 31 | 7,7 |
| 800 | 150 | — | 50 | — | — | — | 800 | 768 | 79 | 27 | 30 | 35 | 8,1 |
| 800 | 50 | — | — | 150 | — | — | 896 | 846 | 61 | 10 | 21 | 58 | 12,8 |
| 800 | 150 | — | — | — | 50 | — | 825 | 699 | 73 | 25 | 38 | 43 | 9,8 |
| 800 | — | — | 75 | 75 | — | 50 | 785 | 760 | 65 | 17 | 21 | 18 | 9,2 |
| 800 | — | 15 | 110 | 55 | — | 20 | 800 | 760 | 55 | 13 | 26 | 47 | 12,0 |
| 835 | — | 16 | 86 | 43 | — | 20 | 837 | 810 | 56 | 13 | 29 | 46 | 11,5 |

Abb. 2/4 (Diebener S. 110)

Roh-Materialien für den Bau von Querflöten

Ein Gespräch mit Herrn Dipl. Ing. Raabe, Metallurge der Metallfirma Ögussa, gab Aufschluß über die Metalle, die vor allem für den Bau von Instrumenten zur Verfügung gestellt werden.

Wie bereits erwähnt, besteht also kein Instrument - nicht einmal die 24 Karat Goldflöte - zu 100% aus dem reinen Metall. Die 24 Karat Flöte besteht zu 99.9% aus reinem Gold; der restliche, in dem Fall zwar geringe Prozentanteil ist ein anderer Zusatz, zum Beispiel Kalzium!

Die 14 Karat Flöte setzt sich aus 58. 5% Gold, 25% Silber 15% Kupfer und einem geringem Zusatz von Zink zusammen.

Die 9 Karat Flöte besteht aus 37. 5% Gold, 9% Silber, 49% Kupfer, der Rest ist ebenso wieder Zink.

Der Zusatz von Zink wird grundsätzlich nicht angegeben und wurde mir nur von der Firma Ögussa genannt. Ebenso wird der Kalziumzusatz der 24- Karat Goldflöte üblicherweise verschwiegen und wie vieles als „Geheimnis der Instrumentenbauer“ bewahrt.

Für den Bau einer Silberflöte wird das sogenannte 925iger Silber verwendet. Es ist dies eine Legierung aus 92. 5% Silber und 7. 5% Kupfer.

Auch bei Platin handelt es sich nicht um das reines Metall. Entweder gibt man zu 95% Platin noch 5% Wolfram dazu, damit die Härte noch erhöht wird, oder man fügt statt Wolfram 5% Kobalts hinzu, wodurch ein Gegenstand gut gießbar würde. Ebenso kann man Platin mit Gold legieren.

Man konnte mir hierzu keine Auskunft geben, welcher Zusatz nun für den Bau von Querflöten herangezogen wird.

Versilbern, vergolden und verplatinieren geschieht in Form der Galvanisation. Das heißt, daß eine Metallschicht elektrolytisch (in einer Säure) auf einen Gegenstand aufgetragen wird.

Grundsätzlich stellt man dem Flötenbauer folgende Materialien zur Verfügung:

925 Silber = das sogenannte Sterlingsilber

375/000 Gold (9 Karat)

585/000 Gold (14 Karat)

750/000 Gold (18 Karat)

999/000 Gold (24 Karat)

Die Flötenfirma Muramatsu gab zwar ähnliche, aber leider keine detaillierten Auskünfte über die Materialien, die sie für ihre Instrumente verwenden:

Concerning the flute material, please understand that the percentage of each metal for flute material is the top secret. So we can not tell you the precise percentage. But we can tell you about the general metals for each material:

Nickel silver is an alloy of nickel, copper and zinc. The specific gravity of nickel silver is 8.5.

Silver is an alloy of silver and copper. Our silver flute is AG 925 (sterling silver) and the specific gravity is 10.5.

Gold flute is an alloy of gold, silver and copper.

9K is 9/24 (37,5% gold), 14K is 14/24 (58,3% gold), 18K is 18/24 (75% gold), 24K is 24/24 (100% gold). Depends on the content of silver or copper, the color of gold changes. The specific gravity of 14K is 13.0, of 18K is 15.5, of 24K is 19.3.

Herr Werner Tomasi gab folgende Auskünfte über die Legierungen bei Flöten:

Silber (Ag) wird in folgenden Stärken verwendet: 800, 900, 925- sogenanntes Sterlingsilber, 958- genannt Britannia, 998.5.

Diese Zahlenangaben entsprechen dem Prozentanteil an Silber in dieser Legierung.

Bsp. 800: bedeutet, daß 80% des Metalls reines Silber, 20% jedoch andere Metalle sind. Siehe im Kapitel Materialien.

Gold (Au) wird als 5K, 8K, 9K, 10K, 14K, 18K, 22K und 24Karat Legierung zur Verfügung gestellt. Wobei zu erwähnen ist, daß der 24 Karat Goldflöte ein tausendstel Prozentanteil (im Promillebereich) zum 100%igem Gold fehlen und dieser Anteil weiterhin ein Betriebsgeheimnis vieler Flötenfirmen bleiben wird (siehe Kapitel „Rohmaterialien für den Bau von Querflöten“ S.10,11). Pures Gold wäre zu weich- so die Aussagen der Metallfirmen.

2.1.4 Grundbegriffe der Metallkunde (nach Diebener 1929)

Die Metalle und Legierungen unterscheiden sich von den nichtmetallischen Werkstoffen durch eine Reihe von Eigenschaften. Ein besonders auffälliges Kennzeichen der Metalle ist ihr Glanz, der dadurch bedingt ist, daß metallische Oberflächen Lichtstrahlen in hohem Maße reflektieren können. Die hohe Festigkeit der Metalle, verbunden zugleich mit der Fähigkeit, weitgehende Verformungen ohne Bruch zu ertragen, stellt ein weiteres wesentliches Unterscheidungsmerkmal dar, das die Überlegenheit der Metalle gegenüber allen anderen Werkstoffen besonders deutlich zum Ausdruck bringt. Holz und Stein können nur durch Schleifen bzw. Abspalten oder Absprengen von Teilen bearbeitet und geformt werden. Metalle können gestreckt, gestaucht, gedehnt, gebogen und verdreht werden. Sie sind den verschiedenartigsten Verformungen zugänglich, wobei die Ausgangsform in weiten Grenzen beliebig gewählt werden kann.

Die Metalle verfügen außerdem über eine ausgezeichnete elektrische Leitfähigkeit und ein beachtliches Leitvermögen für Wärme. Zu erwähnen ist auch noch, daß alle Metalle und Legierungen sich in festem Zustand aus Kristallen aufbauen.

Erst vor etwa 70 bis 80 Jahren, so Diebener 1929, setzte die wissenschaftliche Metallkunde ein, die Erkenntnisse über den Aufbau der Metalle und ihre Beziehungen zueinander erbrachte. Früher wurden die Erfahrungen bei der Verarbeitung der Metalle nur mündlich weitergetragen. Nur der Eingeweihte vermochte ein Schwert zu schmieden oder edlen Schmuck zu schaffen. Die Verarbeitungsregeln und Behandlungsvorschriften ergaben sich aus Beobachtungen und Versuchen, ohne daß die ihnen zugrunde liegenden allgemein gültigen Beziehungen erkannt wurden. Die Entwicklung neuer Arbeitsmethoden und die Entdeckung neuer Legierungen blieb daher dem Zufall überlassen.

Nun aber sind die Voraussetzungen für die wissenschaftliche Erforschung der Metalle gegeben. Die chemische Analyse ermöglicht es, die Zusammensetzung einer Legierung festzustellen. Mit Hilfe des Mikroskops wurde erkannt, daß Metalle und Legierungen aus kleinen Kristallkörnern bestehen und es verschiedene Möglichkeiten der Legierungsbildung gibt. Die Gesetze der physikalischen Chemie wurden angewandt, um das Verhalten der Metalle zueinander zu klären und in Zustandsbildern die Abhängigkeit der Legierungen von Temperatur und Druck festzulegen. Nach physikalischen Methoden konnten die Festigkeitseigenschaften festgelegt werden. Ein wichtiges Hilfsmittel der Metallkunde ergab sich in den Röntgenstrahlen, die einen Einblick in die Gesetzmäßigkeiten ermöglichte, nach denen sich der Aufbau der Metalle aus einzelnen Atomen vollzieht.

Vor etwa 50 Jahren traten neben den altbewährten farbigen Goldlegierungen die Weißgolde als neuer Werkstoff auf, die im Laboratorien entwickelt wurden. Hinzu kamen auch Platinmetalle und ihre Legierungen.

Der Einfluß von Verunreinigungen wurde eingehend untersucht und damit der Weg aufgezeigt, Schwierigkeiten zu meistern und Fehler zu vermeiden. Die Eigenschaften der Legierungen wurden zahlenmäßig erfaßt, damit man den Werkstoff gemäß den Anforderungen auswählen kann, denen er bei der Bearbeitung und im Gebrauch unterworfen wird.

Daher muß man über die Eigenschaften der Metalle und deren Legierungen genau Bescheid wissen. Es werden ja an das Material ganz verschiedene Anforderungen gestellt, je nachdem ob es für Fassungen, Ringe, Ketten, Emailierungen, kleine Geräte, Uhrgehäuse und Instrumente verwendet werden soll.

Dafür gibt es Härteprüfung, Zerreißprobe, mikroskopische Gefügeuntersuchungen, Prüfungen auf Wärme, Verformung, Dehnbarkeit, Bestimmung des Schmelz- und Siedepunktes, des Feingehaltes, der Farbe usw.

Die Härteprüfung

Härte ist der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen entgegensetzt. Aus dieser Begriffsbestimmung ergibt sich das Meßverfahren: Ein sehr harter, geometrisch einfacher Körper wird mit einer bestimmten Belastung in die Probe eingedrückt und der Eindruck, der desto größer ausfällt, je weicher der Werkstoff ist, ausgemessen. Bei dem Verfahren nach Brinell wird als Eindringkörper eine Kugel aus gehärtetem Stahl verwendet, bei der Vickers-Methode dient zur Erzeugung des Eindrucks eine Diamantpyramide. Aus dem Durchmesser bzw. den Diagonalen des Eindrucks läßt sich dessen Oberfläche in qmm berechnen.

Die reinen Metalle weisen in weichgeglühtem Zustand nur eine verhältnismäßig niedrige Härte auf. So beträgt die Brinellhärte bei Feingold und Feinsilber nur etwa 20 bis 25 kg pro Quadratmillimeter. Bei Platin und Palladium sind es etwa 45 kg pro Quadratmillimeter. Bei Legierungen liegt die Härte wesentlich höher. Das heißt also, wenn man reine Metalle- wie zum Beispiel Gold und Platin, die im Rohzustand sehr weich sind- legiert, werden sie härter.

Für den Instrumentenbauer spielt natürlich die Härte des Werkstoffes eine ganz wichtige Rolle und ist in der Form ebenso eine mögliche Klangbeeinflußung. Herr Dipl. Ing. Raabe von der Ögussa hat mir folgende Tabelle vor allem zur Betrachtung der Härte zukommen lassen:

Technische Daten der Schmucklegierungen

| Bezeichnung | Dichte g/cm ³ | Schmelz- intervall °C | Härte weich HV 5 | Härte hart HV 5 | Zugfestigkeit weich N/mm ² | Bruch- dehnung weich % |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|---|------------------------------|
| Feinmetalle | | | | | | |
| Feingold | 19,30 | 1063 | 25 | 65 | 130 | 40-50 |
| Feinsilber | 10,60 | 961 | 30 | 80 | 140 | 40-50 |
| Reinplatin | 21,40 | 1773 | 45 | 90 | 140 | 30-50 |
| Reinpalladium | 12,00 | 1554 | 50 | 120 | 200 | 20-35 |
| Farbgoldlegierungen | | | | | | |
| 750/230 grün | 15,85 | 990-1015 | 70 | 135 | 290 | 110 |
| 750/170 gelb | 15,67 | 941- 978 | 130 | 205 | 480 | 85 |
| 750/120 City Color | 15,10 | 880- 890 | 155 | 230 | 495 | 40 |
| 750/110 mittel | 15,35 | 882- 902 | 170 | 230 | 440 | 50 |
| 750/50 rot | 15,12 | 880- 900 | 180 | 240 | 520 | 63 |
| 585/365 grün | 14,08 | 840- 900 | 108 | 180 | 440 | 77 |
| 585/290 blau | 13,92 | 837- 885 | 140 | 220 | 530 | 80 |
| 585/255 gelb | 13,70 | 835- 874 | 175 | 245 | 580 | 86 |
| 585/143 gelb spez. | 13,52 | 825- 845 | 160 | 260 | 590 | 100 |
| 585/130 City Color | 13,06 | 825- 860 | 155 | 235 | 360 | 45 |
| 585/140 mittel | 13,48 | 848- 855 | 175 | 255 | 560 | 80 |
| 585/94 mittel spez. | 13,15 | 790- 860 | 150 | 245 | 520 | 120 |
| 585/- rot | 13,21 | 880- 898 | 125 | 245 | 410 | 63 |
| 377/98 gelb | 11,60 | 888- 920 | 110 | 230 | 560 | 70 |
| 333/120 gelb | 10,70 | 862- 900 | 110 | 225 | 430 | 60 |
| 250/150 gelb | 10,28 | 765- 810 | 115 | 225 | 500 | 98 |
| Weißgoldlegierungen | | | | | | |
| 750 Ni weiß* | 14,67 | 895- 948 | 130 | 280 | 680 | 90 |
| 750 Pd weiß | 18,10 | 1345-1370 | 110 | 180 | 360 | 60 |
| 750 City weiß | 15,80 | 1040-1150 | 140 | 230 | 480 | 30 |
| 585 Ni weiß* | 13,00 | 880- 840 | 170 | 275 | 570 | 52 |
| 585 Pd weiß | 15,00 | 1155-1185 | 80 | 150 | 350 | 65 |
| 585 City weiß | 14,50 | 1060-1160 | 160 | 245 | 525 | 30 |
| Silberlegierungen | | | | | | |
| 970/000 | 10,44 | 918- 940 | 65 | 100 | 250 | 90 |
| 935/000 | 10,38 | 844- 913 | 85 | 125 | 290 | 73 |
| 825/000 | 10,38 | 820- 906 | 80 | 125 | 300 | 60 |
| 900/000 | 10,32 | 779- 890 | 95 | 125 | 310 | 58 |
| 835/000 | 10,20 | 799- 848 | 90 | 130 | 330 | 60 |
| 800/000 | 10,14 | 779- 827 | 90 | 130 | 370 | 55 |
| Spezial Silberlegierung tiefziehfähig | | | | | | |
| 900/000 | 10,25 | 761- 820 | 40 | 105 | 210 | 108 |
| Platinlegierungen | | | | | | |
| Pt/ Cu 960 | 20,30 | 1730-1745 | 105 | 185 | 420 | 78 |
| Pt/ W 960 | 21,00 | 1840-1860 | 155 | 208 | 540 | 21 |
| Pt/ Co 960 | 20,50 | 1730-1740 | 100 | 215 | 340 | 36 |
| Pt/ Ir 950 | 21,50 | 1774-1785 | 80 | 155 | 244 | 40 |
| Pt/ Ir 900 | 21,60 | 1780-1800 | 140 | 230 | 360 | 33 |
| Pt/ Ir 800 | 21,70 | 1815-1830 | 190 | 248 | 570 | 21 |

Die mit * gekennzeichneten Legierungen enthalten Nickel. Beachten Sie bei der Verwendung die geltenden gesetzlichen Bestimmungen! Silberlegierungen sowie Legierungen für den Export werden speziell nach Kundenwunsch gefertigt!

Abb. 2/5

Der Zerreiversuch

Bei der Bearbeitung von Metallen ergibt sich zwangsläufig die Frage, welchen Anspannungen der Werkstoff ausgesetzt werden darf, ohne zu Bruch zu gehen oder seine Form in unzuverlässiger Weise zu verändern. Eine Antwort hierauf gibt der sogenannte Zerreiversuch.

Die mikroskopische Gefügeuntersuchung

Metalle und Legierungen sind alle kristallinisch. Mit bloßem Auge lassen sich die Kristalle nur in Einzelfällen, z.B. an verzinktem Eisenblech beobachten. Die Oberfläche zeigt zahlreiche verschieden getönte Felder und Flächen, die manchmal wie Eisblumen aussehen. Den kristallinen Aufbau von Metallen und Legierungen kann man erst nach besonderer Vorbehandlung unter dem Mikroskop erkennen:

Man muß eine Probe kratzerfrei durch schleifen, feilen, polieren usw. machen, dann wird zum „Ätzen“ bergegangen. Zur Entwicklung des Gefüges auf der nun ebenen, spiegelnden Fläche des „Schliffs“ wird die Probe in Salz- und Säurelösungen getaucht oder mit einem in der Lösung getränkten Wattebausch betupft. Die Ätzflüssigkeit greift die Grenzen der Kristalle an. Bei der Betrachtung unter dem Metallmikroskop heben sich dunkle Linien ab, die aber keineswegs gerade verlaufen, wie man es von Kristallgrenzen erwarten würde. Dies hängt damit zusammen, daß sich bei der Erstarrung einer Metallschmelze zunächst kleine Kristallisationskeime bilden, die längs der Kristallachsen gesetzmäßig wachsen, bis sie an ein Nachbarkristllchen stoßen und dadurch am weiteren Wachstum gehindert werden. So kommt es, daß die „Kristalle“ keine deutlichen Kristallformen, sondern völlig unregelmäßige Grenzflächen zeigen, die von der Zufälligkeit der Wachstumsbedingungen abhängen. Die unregelmäßigen Körperchen bezeichnet man als „Kristallite“ oder „Körner“. Bei längerem tzen werden die einzelnen Kristallite, auch wenn sie völlig gleiche Zusammensetzung haben, verschieden stark angegriffen und aufgerauht. Unter dem Mikroskop erscheinen dann einzelne Körner spiegelhell, andere dagegen grau oder schwarz. Diese „Kornflchentzung“ beruht darauf, daß die Kristallachsen der einzelnen Körner verschieden ausgerichtet sind. Da die Eigenschaften eines Kristalls in den einzelnen Achsenrichtungen verschieden sind, ändert sich damit auch die Geschwindigkeit, mit der die Ätzlösung angreift.

Als Ätzmittel zur Entwicklung des Gefüges bei Goldlegierungen eignet sich vor allem verdünntes, heißes Königswasser oder eine Mischung der Lösungen von Kalyimcyanid und Ammoniumpersulfat in Wasser. Bei Silberlegierungen hat sich Chromschwefelsäure gut bewährt.

Neben der mikroskopischen Gefgebeobachtung lieferte die Untersuchung der Metalle und Legierungen mit Röntgenstrahlen einen weiteren Beweis für den kristallinen Aufbau. Es zeigte sich, daß die einzelnen Metallatome des Kristalls auf geraden Linien in regelmäßigen Abständen liegen. Die einzelnen Geraden bilden Ebenen. Das aus den Ebenen aufgebaute Gebilde mit den regelmäßig angeordneten Atomreihen wird „Raumgitter“ genannt. Für alle kristallinen Körper, mögen es nun Metall- oder Salzkristalle sein, ist die gitterförmige Anordnung der Atome kennzeichnend.



Abb. 20. $V = 500:1$
Silber-Kupfer-Legierung mit 93,5%
Silber. Gewalzt und geglüht.

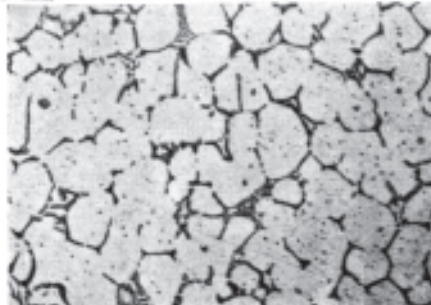


Abb. 21. $V = 500:1$
Silber-Kupfer-Legierung mit 83,5%
Silber. Gewalzt und geglüht.

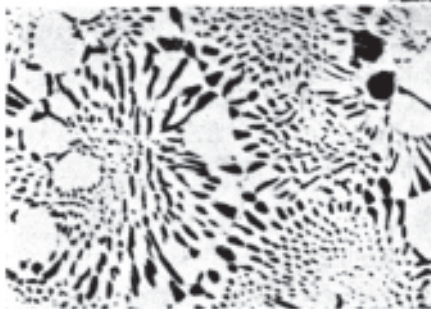


Abb. 22. $V = 500:1$
Silber-Kupfer-Legierung mit 72%
Silber. Gußzustand.



Abb. 23. $V = 509:1$
Silber-Kupfer-Legierung mit 50%
Silber. Gußzustand.

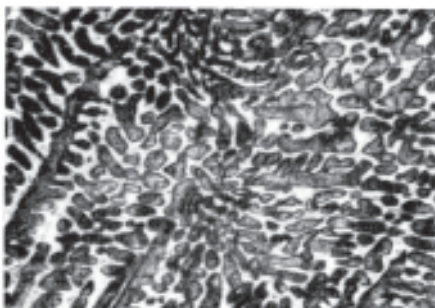


Abb. 24. $V = 500:1$
Silber-Kupfer-Legierung mit
30% Silber. Gußzustand.

Abb. 2/6 einige Beispiele vom Gefüge einer Legierung
(Diebener S. 56,57)

Die mikroskopische Gefügeuntersuchung ergibt zusammen mit der thermischen Analyse ein recht anschauliches Bild für den Aufbau der Legierungen.

Herr Werner Tomasi hat an das Institut für Metallkunde und Werkstoffprüfung der Montanuniversität Leoben mehrere Proben von Flötenmaterialien (J. Hammig, B. Cooper 502, B. Cooper Federe, Takumi 900 Ag, 925 J. R: Lafin, Haynes) geschickt und Ergebnisse im Hinblick auf das Dämpfungsverhalten der Metalle bekommen. Es hat sich herausgestellt, daß die Proben mit niederen Härtewerten stärker dämpfen, als jene mit hohen Härtewerten und daß bei einzelnen Proben durch die Verformung eine helle Klangfarbe auftreten sollte. Detaillierte Abbildungen und Beschreibungen besitzt Herr Werner Tomasi, der so liebenswürdig war und diese sehr wertvollen Ergebnisse an mich weitergegeben hat.

Zwei weitere Proben mit den Bezeichnungen „Hammig“ und „Altus“ (beides Bezeichnungen der Flötenfirmen) wurden ebenso von der Montanuniversität untersucht. Die Ergebnisse seien hier kurz zusammengefaßt:.

Man hat von beiden Proben Längsschliffe angefertigt, um das Kristallgefüge erkennen zu können. Ebenso wurde die Mikrohärtigkeit gemessen und die Zusammensetzung der Matrix (Gefüge) aber auch von Ausscheidungen energiedispersiv (mit Röntgenstrahlen) ermittelt.

In folgenden Tafeln ist das Gefüge der Probe „Hammig“ im ungeätztem und geätztem (mit Natriumsulfat und Chromsäure) Zustand festgehalten. Man sieht hier ein unverformtes rekristallisiertes Gefüge mit Korngrößen von 20-80µm.

Die energiedispersiven Analysen im Rasterelektronenmikroskop ergaben, daß es sich hier um



Abb. 2/7 Probe Hammig ungeätzt 1000-fach vergrößert (Institut für Metallkunde und Werkstoffprüfung Montanuniversität Leoben). Es sind tatsächlich keine Strukturen, nur Verunreinigungen sichtbar.

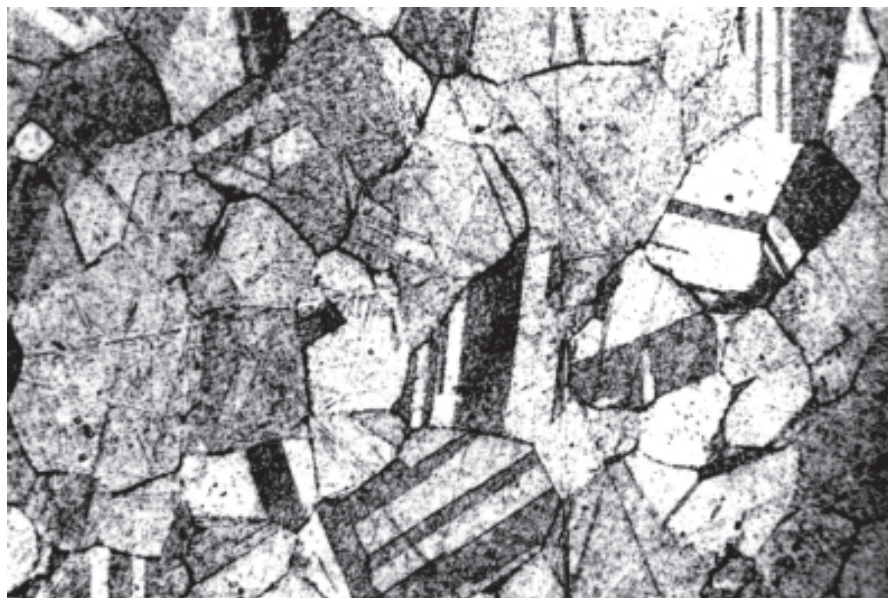


Abb. 2/8 : 500-fache Vergrößerung einer Raster Elektronenmikroskop Aufnahme Silberschliff „Silberkristalle eines rekristallisierten Gefüges“, durchgeführt an einer Flöte von J. Hammig (Montanuniv, Leoben). Das Gefüge wird deutlich sichtbar.



Abb. 2/9 Probe Hamig geätzt 1000-fach vergrößert. (Montanuniv. Leoben)

Silber und Kupfer handelt.

Einen gänzlich anderen Gefügebau zeigt die Probe „Altus“. Das Gefüge ist stark verformt, was besonders in den Ätzungen mit Natriumsulfat und Chromsäure deutlich zum Ausdruck kommt. Eine Korngröße ist hier schwer anzugeben, da diese durch die Verformung um vieles kleiner ist

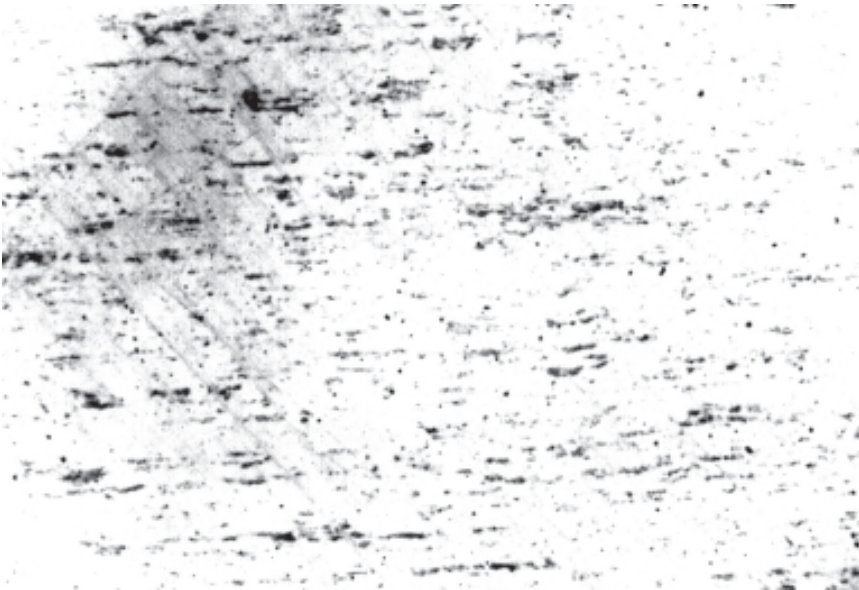


Abb. 2/10 Probe Altus ungeätzt 1000-fach vergrößert. (Montanuniv. Leoben)

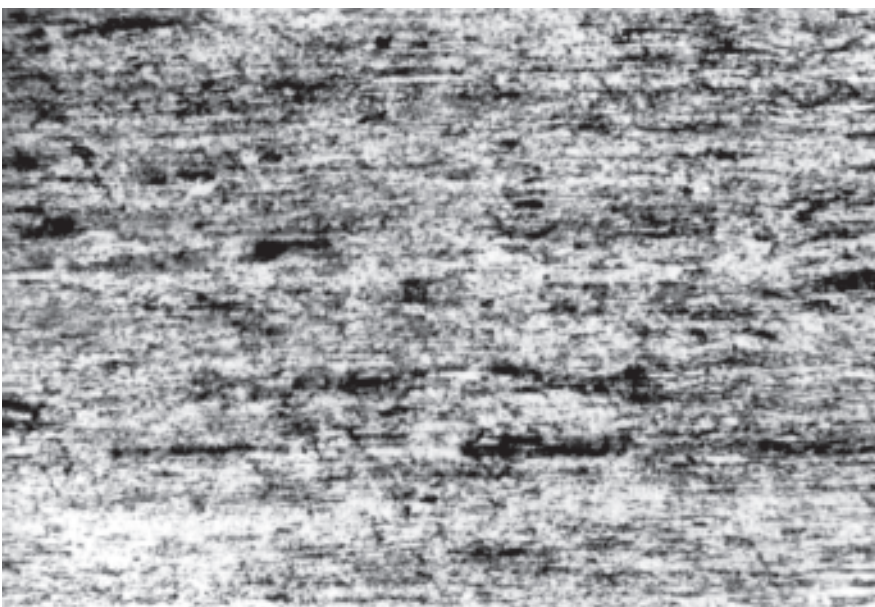
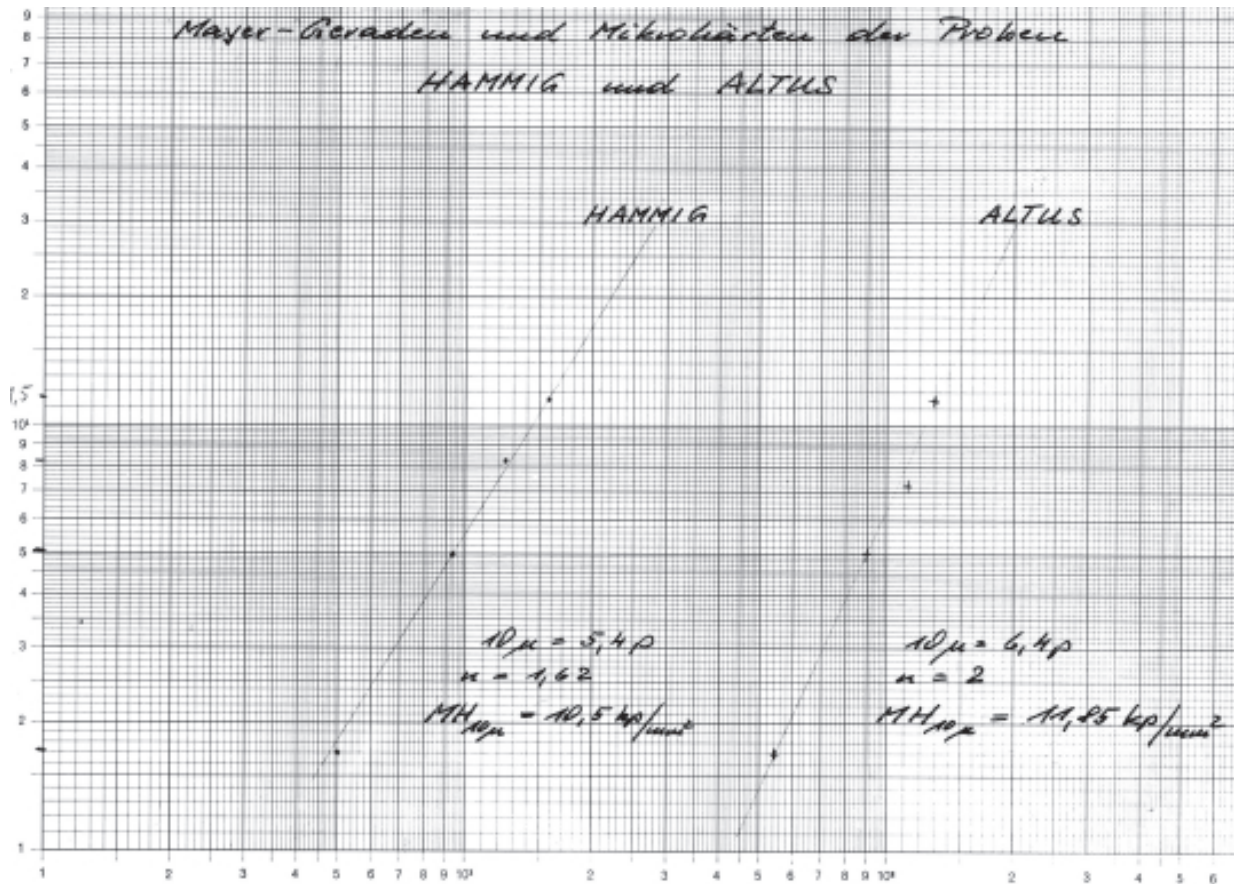


Abb. 2/11 Probe Altus geätzt mit Natriumsulfat und Chromsäure. 1000-fach vergrößert (Montanuniv. Leoben)

als bei der Probe „Hammig“. Die Probe „Altus“ zeigt auch, daß der Kupfergehalt viel höher ist.

Bei beiden Proben wurde über die Aufnahme einer Mayer- Gerade die Mikrohärté bestimmt. Die Probe „Altus“ (11,85 kp/mm²) ist wesentlich härter als die Probe „Hammig“ (10,5 kp/mm²), dies stimmt auch mit den lichtmikroskopischen Gefügeuntersuchungen überein, die- wie schon erwähnt- bei der Probe „Altus“ ein verformtes, hingegen bei der Probe „Hammig“ ein



rekristallisiertes Gefüge erkennen ließen.

Abb. 2/12 Mayergeraden und Mikrohärtén der Proben Hammig und Altus. (Montanuniv. Leoben).

Die Probe Altus erweist sich als härter- im Gegensatz zur Probe Hammig.

Mit Hilfe von energiedispersiven Analysen im Rasterelektronenmikroskop kann man die Zusammensetzung der Grundmasse erkennen. Anhand von Elementverteilungsanalysen ist ersichtlich, daß die Probe Hammig aus Silber und Kupfer besteht. (siehe Abb. 2/13 und 2/14)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich die beiden Proben „Hammig“ und „Altus“ im Gefügebau, in der Härte und auch in der chemischen Zusammensetzung sehr deutlich unterscheiden. Aufgrund der größeren Härte und des verformten Gefüges konnte ermittelt werden, daß das Material der Probe „Altus“ weniger dämpft, als das Material der Probe Hammig.

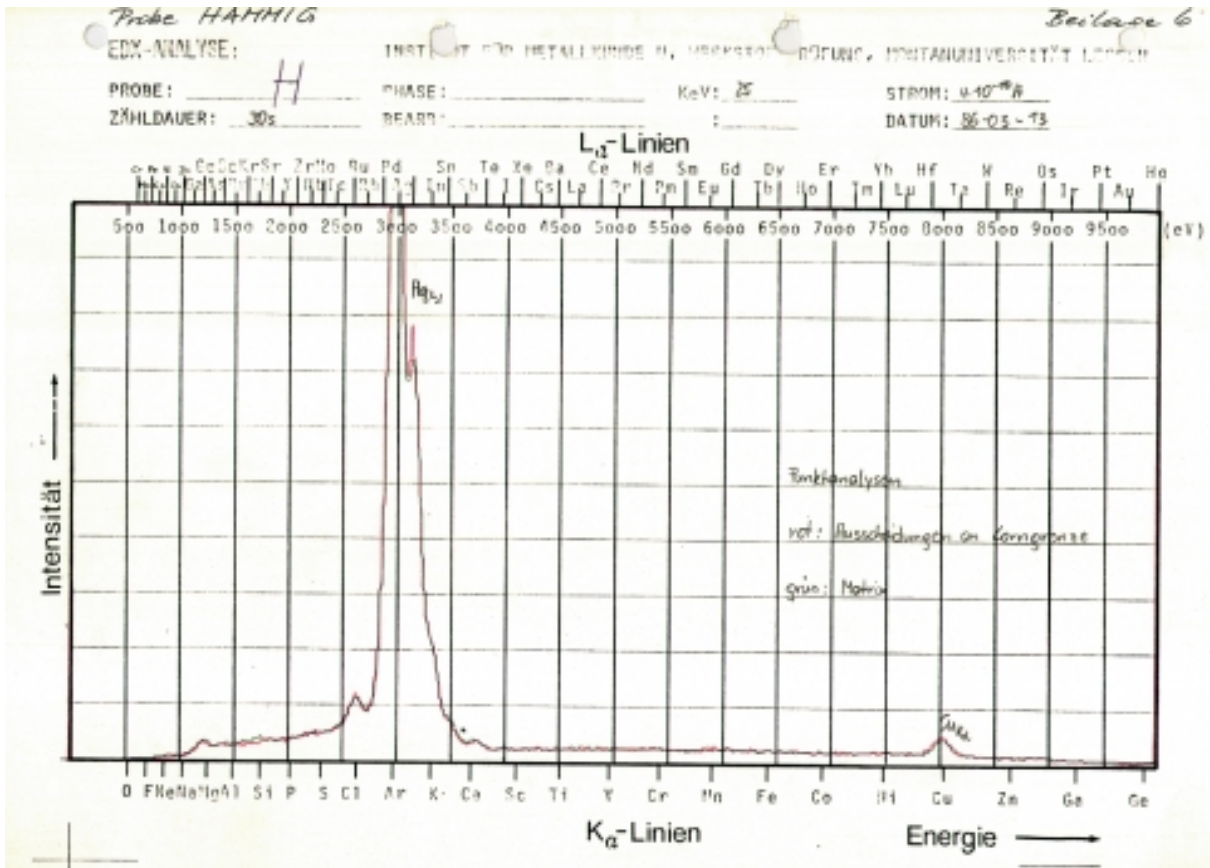


Abb. 2/13 EDX-Analyse der Probe Hammig (Montanuniv. Leoben)

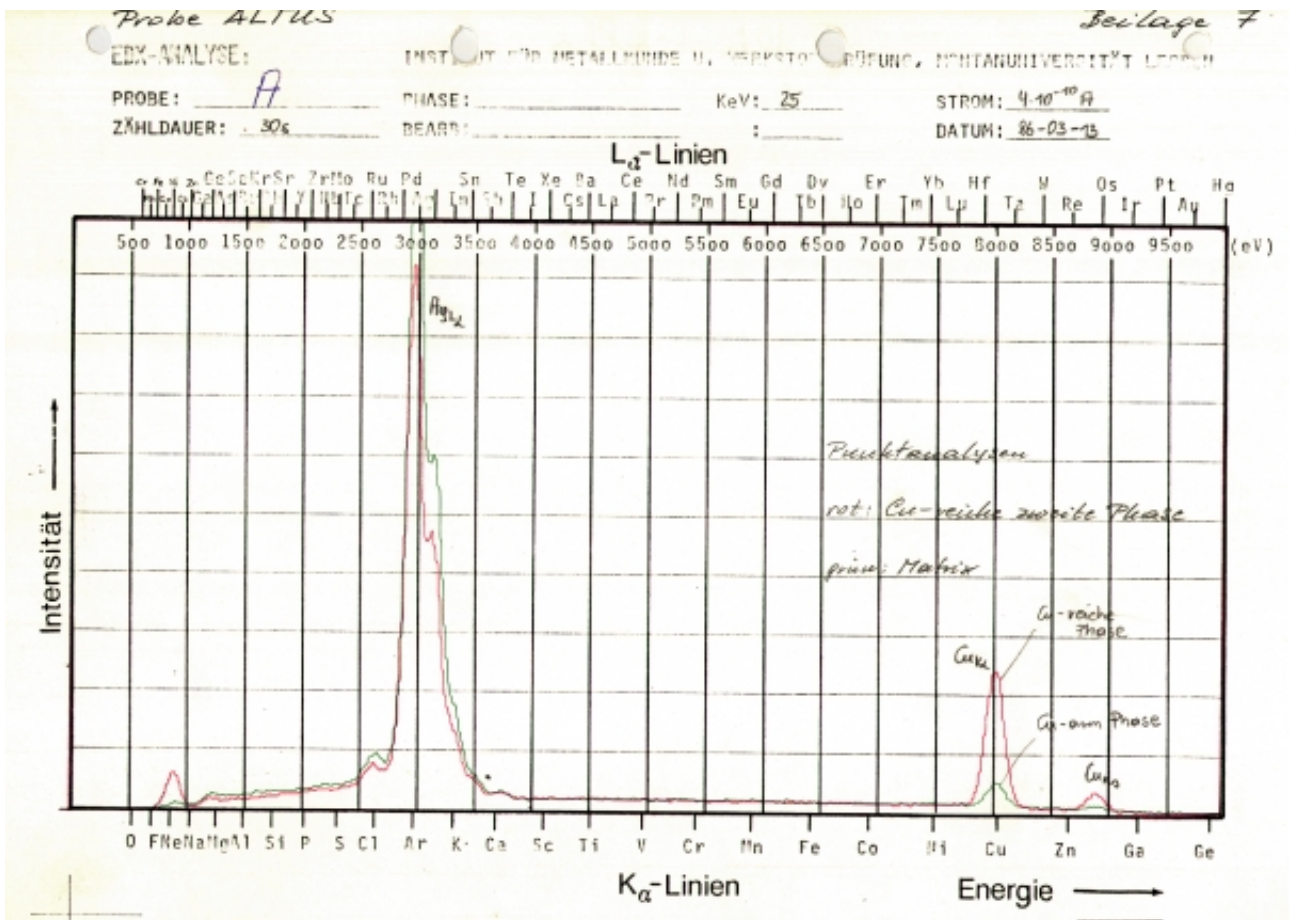


Abb. 2/14 EDX-Analyse der Probe Altus (Montanuniv. Leoben)

Die Probe Altus zeigt, daß diese einen wesentlich höheren Kupfergehalt als die Probe Hammig besitzt.

Untersuchung Tomasi & Ögussa

Flötenmaterialien:

| Hersteller: | Klang: | Schliff-nummer: | Werkstoff: | Gefüge: | Korngröße: | Härte: | chem. Zusammensetzung: |
|---|-------------------|-----------------|---------------|---|------------|--------|--|
| Silberlegierungen: | | | | | | | |
| Tanaka | | 1P | 925 Ag | sehr feinkörnig, Verformung gut sichtbar | - | 129 | entspricht Zusammensetzung von 925 Ag, ohne Unterschiede |
| Sankyo - Tanaka | hell - brilliant | 1R | 925 Ag | sehr feinkörnig; Verformung schwer erkennbar | - | 113 | |
| Muramatsu - Tanaka | weich - dunkel | 1S | 925 Ag | sehr feinkörnig, Verformung sichtbar | - | 127 | |
| Allgemeine | | 2N | 925 Ag | sehr feinkörnig, Verformung sichtbar | - | 114 | |
| Goldlegierungen: | | | | | | | |
| Tanaka | schwer zu spielen | 1Q | 14 kt Rotgold | grobkörniges Glühgefüge | 6/7 | 217 | - Ag, + Cu, + Zn |
| | stumpf | | | | | | |
| Powell | voll - kräftig | 1T | 14 kt Rotgold | feinkörniges Glühgefüge (Fe als Kornfeiner?) | 8/9 | 218 | + Ag, - Cu, - Zn, + Fe |
| Muramatsu | leicht zu spielen | 2U | 14 kt Rotgold | grobkörniges Glühgefüge | 5/6 | - | nicht möglich |
| | voll, weich | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> ASTM - Korngröße = Körner pro mm² 6 = 512 7 = 1024 8 = 2048 9 = 4096 </div> | | | | | | | |

jeweiligen Instrumentes betreffen. Tanaka ist Lieferant von Flötenrohren an die Firmen Muramatsu, Sankyo, Tomasi etc. Andere Lieferanten sind hier namentlich nicht angeführt (=Allgemeine).

Abb. 2/15 Gefüge von Flötenmaterialien und dessen Auswirkung auf den Klang (Ögussa und Tomasi)

Verformung und Wärmebehandlung

Alle metallischen Werkstoffe verfestigen sich bei einer Verformung durch Walzen, Pressen, Drücken usw. in erheblichem Umfang. Ihre Härte, Zerreißfestigkeit und Fließgrenze steigt, die Dehnung nimmt ab. Auch 4ndert sich durch Verformung das Gefüge.

Zum Beispiel bringt eine hohe Glühtemperatur größere Körner hervor, als eine niedrigere, die eine feingliedrigeres Gefüge erzeugt.

Durch „Spannen“ des Metalls werden die Festigkeitseigenschaften erhöht. Diese noch aufgebraachte Verformungsh4rte wirkt sich vorteilhaft auf das Abntzungsverhalten aus.

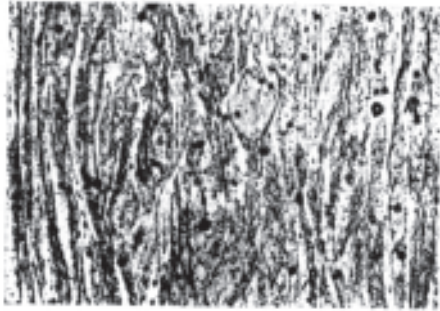


Abb. 25. $V = 250:1$
Gefüge einer um 50% gewalzten
14kar4tigen Goldlegierung
(Bezeichnung: 585/13)

Abb.2/16 Gefüge einer um 50% gewalzten 14kar4tigen Goldlegierung. (Diebener S.58)

Die Aush4rtung

Das Verfahren der Aush4rtung zeigt uns einen Weg, wie die Festigkeitseigenschaften einer Edelmetall-Legierung verbessert werden können. Dies wird aber bisweilen nur in der Zahntechnik gebraucht.

2.2 Materialien und deren Kombination bei Querflöten

Grunds4tzlich werden die Edelmetalle Silber, Gold und Platin verwendet, die zum Grteil in Form von Legierungen für den Bau der Instrumente benutzt werden. Siehe Kapitel „Die Metalle“.

Metalle haben alle unterschiedliche Eigenschaften, was H4rte, Siedepunkt etc. betrifft. Diese Faktoren haben nach Meinung der Flötenbauer Auswirkungen darauf, wie nun der Klang, der zwar noch einer Menge anderen Einflen unterworfen ist, eines Instrumentes sein kann.

Es gibt nun eine Menge Variationsmöglichkeiten im Bezug auf das Material. Bei Goldrohren zum Beispiel, kann die Mechanik sowohl im selben Material wie das Rohr, als auch aus Silber sein (dieses jedoch kann man wieder vergolden- aus optischen Gründen, als auch aus klanglichen Gründen). Manche Flötisten sind Verfechter der Instrumente, bei denen alles aus dem selben Metall gemacht worden ist. Sie finden, daß diese Instrumente den optimalen Klang haben. Durch die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten, sehen sich aber die Flötenbauer bef4higt, s4mtliche Variationen auszuprobieren und herauszufinden, was nun eine eventuelle Klangbeeinflung darstellen kann. Für viele ist es aber auch eine finanzielle Frage, ob sie auch die Mechanik aus Silber oder Gold haben möchten.

Kombinationsmöglichkeiten der Metalle heute

Am Flötenkopf können vier Teile aus unterschiedlichem Material sein:

Kamin, Mundplatte, Rohr, Krone

Der **Kamin**- also das Verbindungsstück von Mundplatte und Rohr besteht meistens aus dem hochwertigsten Material der Flöte. D.h. zum Beispiel auf einer 14 Karat Goldflöte ist der Kamin mindestens aus dem selben oder aus einem noch wertvolleren Material als das gesamte Instrument. Man mißt nämlich dieser Stelle die größte Bedeutung zu, da hier die Tonerzeugung stattfindet.

Zweitwichtigster Bestandteil des Kopfes im Bezug auf das Material ist die **Mundplatte**, erst dann folgt das **Rohr** und die **Krone** (=Zierschraube bzw. Kopffende)

Am Flötenkorpus gibt es nur drei verschiedene Möglichkeiten, das Material zu kombinieren:

Rohr, Mechanik, Kammine

Das Metall des Rohres muß nicht gleich der Mechanik sein. Ebenso können auch die Kammine ein anderes Material aufweisen. Gezogene Kammine entstehen nur aus dem Material des Rohres. Gelötete können jedoch auch aus einem anderen Material sein.

Materialien Ende des 19. Jahrhunderts

Auch früher versuchte man bei den Instrumenten mehrere Materialien zu vereinen: Zum Beispiel ein Instrument aus dem Jahre 1860: Korpus und Mechanik sind aus Maillechord (die Bezeichnung setzt sich aus den Namen der Erfinder der Metallegierung Maillot und Chorier zusammen). Diese Legierung war bei den französischen Flötenbauern des 19 Jhd. ein beliebtes Material, das von vielen Flötisten dem Silber wegen seines sehr hellen, obertonreichen Klanges vorgezogen wurde. Nach Larousse besitzt Maillechord die Qualitäten der „Leuchtkraft, Geschmeidigkeit und Sonorität“ von Silber; es läßt sich leicht bearbeiten. Seine mittlere Zusammensetzung: 20% Nickel, 22% Zinn und 58% Kupfer. Die Stimmung ist 438 Hz. Die Mundplatte ist aus Ebenholz und durch einen silbernen Kamin mit dem Rohr verbunden.



Abb. 2/17 Louis Lot: Zylinderflöte aus Maillechord, Paris um 1860

Diese Flöte weist zusätzlich als Besonderheit die Kombination von Ringklappen und perforierten Deckelklappen auf. Mit dieser Idee, Ringklappen auch beim Bau von Metallflöten zu verwenden, war Louis Lot seinen Kollegen weit voraus.

Oder ein Instrument aus dem Jahr 1876 mit der Kombination Holz und Silber etc. Diese zylindrische Flöte besteht aus stark geflammten, rötlich braunen Kokusholz. Die Mechanik und Mundplatte, welche mit Blumenmustern reichlich verziert ist, sind aus Silber. Auffallend der H- Fuß. Stimmung 448 Hz.



Abb. 2/18 Louis Lot: Zylindrische Flöte aus Kokusholz, Paris 1876

Die nächste Flöte stammt aus dem Jahr 1851 und wurde von Th. Boehm gebaut. Man hat sie zur Veranschaulichung der Tonlochdurchmesser ohne Mechanik dargestellt. In diesem Fall sei sie wegen der Kombination von Silber und Gold angeführt. Flötenrohr und Kopfstück sind aus Silber, die Mundplatte aus Gold.



Abb. 2/19 Silberflöte mit Goldmundplatte 1851, ohne Mechanik- Boehm (Lenski und Ventzke)

All diese Versuche, Materialien zu kombinieren hatten sowohl klangliche, als auch optische Gründe.

In „Das Goldene Zeitalter der Flöte“ von Karl Lensky & Karl Ventzke wird ein Gespräch mit Peter Lukas Graf festgehalten, in dem dieser über die bereits verstorbenen Flötenmeister Le Roy, Gaubert und Moyses spricht. Er findet, daß heute die Eigenart, wie sie die damaligen Flöten hatten, verloren ginge und mehr oder weniger alles gleich klinge. Manchmal habe er den Eindruck, daß im modernen Flötenbau nur mehr ein Prinzip herrscht, nämlich das der Lautstärke. Dies findet er besonders gefährlich, denn sie stünde jeglicher individueller und künstlerischer Äußerung im Wege.

2.3 Die Entwicklung der Querflöte im Bezug auf das Material

(Nach Dullat 1990)

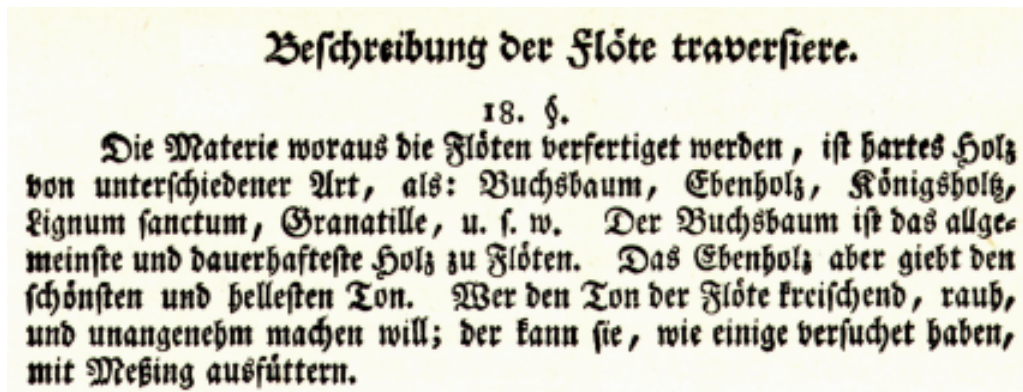


Abb. 2/20 (Quantz: 1752. S. 29)

Die im Frühbarock einsetzenden Instrumentenbaulichen Neuerungen – vorwiegend von Frankreich ausgehend – verhalfen der Querflöte in relativ kurzer Zeit, aus dem Schatten der Blockflöte hervorzutreten und zum Liebhaber- und Orchesterinstrument zu avancieren. Innerhalb von nur 50 Jahren war sie daher einer Vielzahl von Veränderungen unterworfen. Neben dem allmählichen Hinzubauen einzelner Klappen, der Idee, sie aus mehreren Teilen zu machen, dem Versuch, durch mathematische Berechnungen den Abstand der Tonlöcher möglichst optimal zu erreichen, hat man sich auch mit dem Material des Instrumentes und die damit verbundenen Auswirkungen auf den Klang beschäftigt.

Im 17. Jahrhundert wurde vorzugsweise Pflaume, Kirsche, Buchsbaum, Ebenholz und Grenadill verwendet.

Vor der Hand läßt sich wohl annehmen, dass Ebenholz oder Buchsbaum das beste Material seien. Welches von diesen beiden wieder den Vorzug vor dem andern verdiene, möge schwerlich mit Bestimmtheit zu entscheiden sein; nur soviel ist ausser Zweifel, dass Ebenholz dem Ton mehr Kraft, Buchsbaum aber mehr Lieblichkeit gebe, und dass ersteres sich fast gar nicht ziehe, aber um so leichter zerspringe, während bei der letzteren das Umgekehrte der Fall ist. . . . (A. B. Fürstenau: Die Kunst des Flötenspiels in theoretisch-praktischer Beziehung. Leipzig o. J.)

Prachtexemplare, die in erster Linie der Repräsentation dienten, wurden aus Porzellan, Bernstein, Achat, Elfenbein, Marmor und Kristallglas hergestellt. Für die um 1700 gebauten Flöten sind markante Wulstprofilierungen und starke Ringe typisch; sie wirken nicht nur dekorativ, sondern schützen auch gleichzeitig vor dem gefürchteten Reißen und dienen vielfach als „natürliche“ Klappenlagerung.

Ueberhaupt ist auf der Flöte der Ton (sonus) der allergefälligste, welcher mehr einem Contrast als Sopran; oder welcher denen Tönen, die man bey dem Menschen die Bruststimme nennet, ähnlich ist. Man muß sich, so viel als möglich ist, bemühen, den Ton derjenigen Flötenspieler zu erreichen, welche einen hellen, schneidenden, dicken, runden, männlichen, doch dabey angenehmen Ton, aus der Flöte zu ziehen wissen.

Vieles kömmt dabey auf das Instrument selbst an; ob solches auch wegen des Tones die gehörige Ähnlichkeit mit der Menschenstimme in sich hat. Fehlet es hieran; so ist kein Mensch vermögend, durch die Geschicklichkeit der Lippen, den Ton zu verbessern: so wenig ein guter Sänger seine von Natur schlechte Stimme schön machen kann. Einige Flöten geben einen starken und dicken; andere einen schwachen und dünnen Ton von sich. Die Stärke und Helligkeit des Tones rühret von der Beschaffenheit des Holzes, wenn es nämlich dicht oder compact, hart und schwer ist. Der dicke und männliche Ton rühret von der inwendigen Weite der Flöte, und von der proportionirlichen Dicke des Holzes her. Der dünne schwache Ton entspringt von dem Gegentheile; wenn nämlich das Holz porös und leicht, der inwendige Bau der Flöte enge, und die Flöte schwach von Holze ist. Die Reinigkeit der Octaven rühret nur allein von dem inwendigen Baue her; welcher jedoch auch zur Schönheit und Annehmlichkeit des Tones viel beyträgt. Wenn die Flöte zu sehr verjünget zugeht: so werden die hohen Töne gegen die tiefen zu hoch. Ist aber die inwendige Weite zu wenig verjünget: so werden die hohen Töne gegen die tiefen zu tief. Das Mundloch muß ebenfalls gut geschnitten seyn. Die reine Stimmung von einem Tone zum andern, kömmt auf einen festen und sichern Ansat, und auf ein gut musikalisch Gehör an; auch daß man die Verhältniß der Töne wohl verstehe. Wer bey dieser Erkenntniß die Flöte auch zugleich gut spielt, der ist im Stande, eine gute und reingestimmte Flöte zu machen. Weil aber dieses den meisten Flötenmachern fehlet: so ist es nicht nur was rares, einer guten Flöte habhaft zu werden; sondern auch dadurch, bey öfterm Spielen, ein gutes Gehör zu erlangen. Es ist demnach ein großer Vortheil für einen Flötenspieler, wenn derselbe die Einsicht selbst Flöten zu verfertigen, oder wenigstens abzustimmen, besitzt. Eine neue Flöte schwindet durch das Blasen zusammen, und verändert sich mehrentheils an ihrem inwendigen Baue; folglich muß sie wieder nachgehohret werden, um die Reinigkeit der Octaven zu erhalten. Man hat vor alten Zeiten eine irrige Meynung gehabt, wenn man geglaubet, daß nur ein schlechter, nicht aber ein guter Spieler ein Instrument verderben, oder durch das Blasen falsch machen könne: da doch das Holz sowohl bey dem einen, als bey dem andern sich verändert; man mag stark oder schwach, die Töne rein oder falsch spielen. Ueberhaupt hat eine ausgespielte Flöte, in so fern sie an sich gut, und rein abgestimmt ist, allezeit einen Vorzug vor einer neuen. Hat nun jemand eine Flöte von allen hier erzählten guten Eigenschaften; so ist er glücklich: denn ein gutes und rein gestimmtes Instrument ist halb gespielt.

Die Flötenbauer beschäftigten sich, wenn man die Geschichte des Flötenbaus betrachtet, intensiv mit der Verbesserung der Intonation durch das Hinzufügen von immer mehr Klappen. Man konzentrierte sich auch auf die Bohrung, die Lage und Größe der Tonlöcher, den Stimmkorken und das Mundloch, welches schon Mitte des 18. Jahrhunderts erstaunlich viele Varianten aufweist und in gewisser Weise das erst viel später eingeführte „Reformmundstück“ als Prototyp vorwegnimmt. Weiterentwicklungen und „Erfindungen“ wurden in Fachschriften in der Regel wortreich angekündigt und diskutiert. In Günter Dullats Buch über den Holzblasinstrumentenbau sind alle möglichen Aufzeichnungen, die die Entwicklung der Querflöte angehen gesammelt. Vor allem jene von englischen, französischen und deutschen Flötenbauern:

Johann Heinrich Lambert (1728 – 1777) und seine „Beobachtungen zur Flöte“

P. Hamelin-Bergeron „Flutes et Flagolet“

H. W. Pottgiesser (1766 – 1829) und seine Anmerkungen zum Flötenbau

Flötenbau und britische Patentschriften vor 1832

Ein französisches Patent für Glasflöten

Da hier erstmals auf die Verwendung eines bestimmten Werkstoffes und nicht nur auf Veränderungen der Mechanik Bezug genommen wird, sei auf dieses französische Patent für Glasflöten näher eingegangen.

Laurent Claude begründet in seinem Patentantrag die Verwendung von Glasflöten damit, daß dieses Material gegenüber den sonst verwendeten Hölzern oder auch Elfenbein bei auftretenden Luftschwankungen und Temperaturunterschieden nicht so anfällig sei. Die Vorteile, welche die Glasflöte durch verbesserte Intonationsmöglichkeiten mit sich brachte, wurden infolge ihres relativ hohen Gewichtes weitgehend wieder zunichte gemacht. Es war daher mehr ein Luxusinstrument, das in erster Linie der Repräsentation galt. In Verbindung mit der Glasflöte wird Laurent häufig als der erste Instrumentenbauer (eigentlich war er Uhrmacher) genannt, der Stahlfedern und die Säulenhalterung an seinen Instrumenten verwendete.



Abb. 2/22 Flöte aus Kristallglas (Lensky und Ventzke)

Eine Kommission aus den Mitgliedern des kaiserlichen Conservatoriums der Musik, hat die von dem Uhrmacher Laurent verfertigte Flöte von Krystallglase mit anderen bisher üblichen, vorzüglichen Flöten verglichen:

Die Proben wurden bei verschiedenen Graden der Temperatur – von 5 bis 6 Grad über dem Nullpunkte des Reaumur'schen Thermometers bis zur stärksten Hitze eines Kaminfeuers – angestellt und es ergab sich, daß das gläserne Instrument keine Veränderung des Tons, selbst bei dem schnellsten Wechsel von der Wärme zur Kälte und ebensowenig bei dem allmählichen Uebergange von dem einem zum anderen Extrem erlitt. Diese Probe können Flöten von Holz und Elfenbein nicht ertragen; wer nicht wagen will, sie springen zu sehen. Außerdem ändern sie dadurch ihren Ton beträchtlich. Bei ferner Untersuchung dieser Flöte fanden die Commissaire: daß sich Herr Laurents Flöte leichter spielen ließ, ob sie gleich etwas schwerer zu halten ist, als andere Instrumente dieser Art; daß sie zwar kein größeres Volumen von Tönen gibt, als hölzerne oder elfenbeinere Flöten, aber die Töne lebhafter, reiner und gleichförmiger ausspricht. (Zitat, nach Dullat 1990)

Der Flötenbauer, der unsere heutige Flöte am meisten beeinflusst hat und dessen System über-

nommen und bis heute weiterentwickelt wurde, war Theobald Boehm (1794 –1881) . Er schuf das Prinzip für die Entwicklung eines neuen Flötentyps - Boehms Ringklappenflöte von 1832. Die Erkenntnisse, die er während einer Konzertreise nach Paris und London 1831 machte, veranlaßten ihn, diese „*neu konstruierte Flöte*“ zu bauen.

Für ihn – er gab 1818 sein „Goldarbeiter-Geschäft“ auf und widmete sich als königlicher Hofmusiker ganz dem Flötenspiel – konnte die Klappenflöte in ihrer damaligen Konzeption keine volle Befriedigung sein. Da die Instrumente, die er sich anfertigen ließ, nie seinen Vorstellungen entsprachen, entschloß er sich, selbst ein „Flötenfabrikationsgeschäft“ zu errichten. Sein Ziel war es, die Flöten in mehrererlei Hinsicht zu verbessern:

1. Reinheit der Intonation
2. Gleichheit der Töne
3. Leichtigkeit der Behandlung
4. Sicheres Ansprechen sowohl der höchsten als tiefsten Töne
5. Schöne Form
6. Reine und Solide Arbeit

Diese „*neu konstruierte Flöte*“ präsentierte er 1837 vor der Akademie der Wissenschaften zu Paris, was zur Folge hatte, daß die Pariser Flötisten dieses System bzw. dieses Instrument annahmen, das System von den hiesigen Flötenbauern übernommen und weiterentwickelt wurde.

Die meiste Zeit verbrachte Böhm mit der Entwicklung und in weiterer Folge der Verbesserung der Klappenkonstruktion.

Zu dem entwickelte er eine neue Griffweise, beschäftigte sich mit der Bohrung, berechnete die Luftsäulenlänge, variierte die Gestalt des Mundloches, suchte eine geeignete Position für den Kork in Mundlochnähe, experimentierte mit der Größe und der Lage der Tonlöcher und widmete sich zwar kurz, aber in einem eigenen Kapitel auch dem Material.

Das Material.

Die Töne einer Flöte sollen nicht nur rein stimmen, sondern auch einen hellen und sonoren Klang haben, was nur möglich ist, wenn die Moleküle des Flötenrohres mit der Luftsäule zugleich in Schwingungen versetzt werden, und diese sich gleichsam gegenseitig unterstützen.

Das Material muss daher die hierzu erforderliche Vibrationsfähigkeit besitzen, welche entweder von Natur aus eine inwohnende Eigenschaft der Körper ist, wie z. B. beim Glocken-Metall, Glas und verschiedenen Holzarten etc. oder eine künstlich erzeugte, wie bei gehärteten Stahlfedern und hartgezogenen Metalldrähten.

Da nun in beiden Fällen zur Erregung von Schwingungen eine dem Gewichte der Masse des Materials proportionale Kraftanwendung erforderlich ist, so werden die Töne einer Flöte um so leichter ansprechen und ihre volle Kraft-Entwicklung wird um so weniger Anstrengung im Blasen erfordern, je geringer das Gewicht eines Flötenrohres ist. Man wird daher auf einer Silberflöte, deren dünn und hartgezogenes Rohr nur $7\frac{3}{8}$ Loth oder 129 Gramme wiegt, die hellsten und stärksten Töne hervorbringen und weit länger ohne Ermüdung blasen können, als auf einer Holzflöte, welche, wenn auch möglichst dünn abgedreht, immer noch fast das Doppelte, nemlich 14 Loth oder $227\frac{1}{2}$ Gramme wiegt.

Auf die Klangfarbe oder Qualität der Töne hingegen hat die grössere oder geringere Härte und Sprödigkeit des Materials den meisten Einfluss. Hierüber sind viele Erfahrungen vorhanden, da man früherhin aus verschiedenen Holz-Arten, aus Elfenbein, Krystallglas, Porzellan, Kautschuk, Papier-maché, ja sogar aus Wachs Flöten gemacht hat und begreiflicher Weise hierdurch die verschiedenartigsten Resultate erzielte. Alle derartigen Versuche führten jedoch immer wieder auf die Verwendung sehr harter Holzarten zurück, bis es mir gelang, aus Silber und Neusilber Flöten zu verfertigen, welche nun seit 20 Jahren mit den Holzflöten rivalisiren, ohne dass die Frage. „Welche sind besser?“ entscheidend beantwortet werden konnte.

Die Silberflöten sind jedenfalls wegen der grossen Modulationsfähigkeit ihrer äusserst hellklingenden und sonoren Töne vorzüglich zum Spiele in sehr grossen Räumen geeignet. Da sie aber, gerade wegen ihrer ungemein leichten Ansprache, sehr häufig überblasen werden, wodurch der Klang der Töne hart und schreiend wird, so können ihre Vorzüge nur bei einem sehr guten Ansatz und sorgfältigem Tonstudium zur vollen Geltung kommen. Aus diesem Grunde werden auch Holzflöten nach meinem System gemacht, welche dem Ansatz der meisten Flötenspieler besser entsprechen und wegen des vollen und angenehmen Klanges der Töne namentlich in Deutschland bevorzugt werden.

Die Silberflöten werden aus $14\frac{1}{2}$ löthigem Silber, nemlich mit $\frac{9}{10}$ fein Gehalt verfertigt; und zur Verfertigung der Holzflöten verwende ich gewöhnlich sogenanntes Cocusholz, oder auch Grénadille-Holz aus Süd-America. Ersteres, von dunkel oder rothbrauner Farbe, wird wegen des hellen Klangs vorzugsweise zu Flöten gebraucht, obgleich das in diesem Holz enthaltene Harz in einigen, jedoch nur seltenen Fällen, eine Entzündung der Lippenhaut verursacht, wenn diese sehr reizbar ist. Desshalb, sowie auch des vollen, besonders in der Höhe angenehm klingenden Tones wegen, wird von Vielen das schwarze Grénadille-Holz vorgezogen.

Buchs- und Eben-Holz werden nur mehr zu wohlfeilen Instrumenten verarbeitet.

Zu meinen Flöten wird nur ausgewählt gutes und schönes Holz verwendet und wenn sich an einem Stück während der Bearbeitung irgend ein Fehler zeigt, so wird es sogleich beseitigt, damit nicht noch mehr Zeit und Arbeit verloren gehe.

Da aber auch eine Flöte von ganz fehlerfreiem Holze durch ungeeignete Behandlung Sprünge bekommen kann, wogegen keine Garantie möglich ist, so ist es gut, die Ursachen, sowie die Mittel zur Verhütung solcher Unfälle zu kennen. Ich werde desshalb später bei Behandlung der Flöte zu diesem Thema zurückkehren.

Abb. 2/23 Theobald Boehms Aussagen über das Material (Boehm. 1871, S.9)

Interessant ist, daß man vor ca. 150 Jahren im Prinzip schon über die annähernd gleichen Kenntnisse verfügte, mit denen auch heute noch das Für und Wider hinsichtlich einer eventuellen Beeinflußung des Materials auf Ansprache, Klangfarbe und / oder Qualität der Töne diskutiert wird. Er verfügte sicher durch seine langjährigen Erfahrungen als Eisenhüttentechniker über ein technologisches Wissen wie kein anderer Holzblasinstrumentenbauer seiner Zeit; es versetzte ihn in den Stand, eine sinnvolle und zugleich erfolgversprechende Materialauswahl bezüglich verschiedenster Kriterien vorzunehmen. Die von ihm propagierte Silberflöte wurde neben Frankreich auch in England von verschiedensten Herstellern gefertigt. Trotz seiner recht präzisen Angaben zu den von ihm verwendeten Legierungen ist es im Grunde bis heute ein Geheimnis geblieben (jedenfalls fehlt dafür noch eine wissenschaftliche Analyse), worin denn nun die eigentlichen Vorzüge dieser Silberflöte begründet liegen. Richtig ist sicher die Feststellung, daß die Härte und die gleichzeitig dünne Rohrwandung ein oder vielleicht auch das entscheidende Merkmal darstellen. Zweifelhaft ist allerdings, ob ein „hartgezogenes Rohr“ (dieser Begriff würde heute sicher durch „kaltverformtes Rohr“ ersetzt werden) die gleichen technischen Eigenschaften besitzt, wie ein Rohr, das von Hand hergestellt wurde.

Man sollte aber dem Material, sofern es sich um metallische Grundstoffe handelt, bei der Qualitätsbeurteilung keine allzu großen Wertmaßstäbe anlegen. Entscheidend für alles, was wir heute weitläufig mit den Begriffen „Ansprache“, „Modulationsfähigkeit“, „Stimmung“, „Qualität“ und „Klangfarbe“ umschreiben, bleiben immer noch instrumentenspezifische Konstruktionsmerkmale wie Tonlochabstände, Tonlochweiten und -höhen, Mensur etc. Das bedeutet also, daß man sich nicht umsonst hauptsächlich diesen Faktoren zur Verbesserung der Klangqualität gewidmet hat.

1847 hatte Boehm in München ein Gewerbeprivilegium erhalten und sich in einer eigenen Werkstatt verstärkt dem Flötenbau zugewandt. Seine neuen Erfindungen verkauft er der englischen Instrumentenbaufirma Rudall & Rose, die ihrerseits am 6. September desselben Jahres ein Patent auf den Mitinhaber J. M. Rose nehmen. Nachbaulizenzen werden bald darauf an die französische Firma Godefroy & Lot vergeben. Die britische Patentschrift enthält im wesentlichen drei Punkte, die sich auf die modifizierte Boehmflöte beziehen. Einer davon nimmt Bezug auf das Material und sei hierbei erwähnt:

Das Instrument (auch Klarinetten oder ähnliche Instrumente) wird aus Metall hergestellt. Das hat den Vorteil, daß der Ton verbessert wird und das Kopfstück nicht so leicht reißt, wie das oft bei Holzflöten zu beobachten ist, die in wärmeren Zonen gespielt werden. Flöten aus Gold oder Silber werden denen aus einfacherem Material, wie Messing oder solchen mit versilbertem Innenrohr vorgezogen.

Obwohl sich die konische Ringklappenflöte besonders in England und Frankreich, wo sie in leicht abgewandelter Form von mehreren Herstellern kopiert wurde, einer ständig wachsenden Beliebtheit erfreute, hatte Boehm längst erkannt, daß die letzten Mängel hinsichtlich der Ansprache und des Klanges tiefer und hoher Töne nur durch die totale *Veränderung der Bohrung* des Flötenrohres erreicht werden konnte.

In Schafhäutl hatte Boehm einen wissenschaftlichen Berater für seine Arbeiten gefunden, der über die notwendigen theoretischen Qualifikationen verfügte und selbst umfangreiche Berechnungen hinsichtlich einer weiter verbesserten Flöte anstellte. In dem Wissen, daß Theorie und Praxis bei einer Weiterentwicklung nie getrennt, sondern immer als sich ergänzende Faktoren nebeneinander zu stehen haben, hatte Boehm für seine zahlreichen Versuche eine große Anzahl konischer und zylindrischer Rohre in den verschiedensten Dimensionen und vielerlei Metallen und Holzarten gefertigt, um deren Brauchbarkeit bezüglich Tonhöhe, Ansprache und Klangfähigkeit gründlich untersuchen zu können.

Die Experimente mit den Holzrohren wurden jedoch bald aufgegeben, nachdem sich herausgestellt hatte, daß- wegen der Unbeständigkeit des Holzes- keine exakten Meßwerte erzielt werden konnten; insbesondere wird auch die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu anderen Materialien (Metallen) zu unterschiedliche Werten geführt haben, für die es bis heute keine allgemein gültigen Regeln gibt.

Die nachfolgend abgebildeten ältesten Metallflöten, die von Flötenbauern in der Zeit zwischen 1850 und 1860 konstruiert wurden sind optisch den heutigen Instrumenten sehr ähnlich. Auffallendes Merkmal der meisten Flöten ist bei allen die Signatur auf mindestens zwei und teilweise sogar allen drei Teilen des Instruments.



Abb. 2/24 Deckelklappenflöte aus Silber . München 1851 , Theobald Boehm (Lensky und 'Ventzke)



Abb. 2/25 Silberflöte 1860 Louis Lot. (Lensky und Ventzke) siehe genaue Beschreibung im Anhang.



Abb. 2/26 Goldflöte Louis Lot. (Lensky und Ventzke) siehe genaue Beschreibung im Anhang.

Man experimentierte neben dem Material, den Tonlochabständen, den Tonlochgrößen, dem Mundloch etc. auch mit der Form und Mensur des Korpus: Ein aussergewöhnliches Exemplar ist eine Silberflöte mit quadratischem Korpus aus Paris 1894. Man wollte mit dieser Form dem Problem des Störungseffektes durch die Tonlochkammine bei herkömmlicher Bauweise ausweichen.

In deutschen Orchestern war der ständige Gebrauch reiner Silberflöten bis in die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg weithin Ausnahme, wenn auch schon 1927 die Überzeugung vertreten wurde, daß „der Metallflöte infolge leichter Ansprache, geringeren Verbrauch physischer Kraft und größerer Modulationsfähigkeit zweifellos Vorzug“ gebühre. (Lensky, Karl & Ventzke, Karl: Das goldene Zeitalter der Flöte S. 239)

2.4 Akustische Aspekte

2.4.1 Der Einfluß des Spielers auf den Klang

In einem Artikel von Jürgen Meyer über die Akustik und musikalische Aufführungspraxis“ (Meyer, 1995. S.59) werden die wesentlichen Faktoren, die für die Klangentstehung bei Querflöten eine Rolle spielen, beleuchtet. Am allerwenigsten Einfluß auf den Klang habe seiner Meinung nach das Material, was vor allem für Berufsflötisten oft nur psychologischen Effekt hat und allein dadurch einen möglichen Klangunterschied mit sich bringt. (Meyer, 1995. S60) Eine viel größere Rolle spielt der Musiker selbst, der Anblasdruck (bzw. Ausstömungsgeschwindigkeit der Luft durch die Lippen) , der Grad der Abdeckung des Mundloches (also Abstand zwischen Lippenöffnung und Anblaskante) und die Anblasrichtung. Meyer dementiert, daß die Lippenöffnung eine Auswirkung auf die Klangfarbe hat. Sie beeinflusse nur die Dynamik.

Der Oberton Aufbau beim Klang von Querflöten ist sehr gleichmäßig. Bis auf einige Ausnahmen ist der Grundton am stärksten von allen Teiltönen ausgebildet. (Meyer, 1995. S59)

Dies ist bei keinem Orchesterinstrument so deutlich ausgeprägt. „Das Stärkeverhältnis zwischen unteren Teiltönen und damit die Klangfarbe kann der Spieler in verhältnismäßig weiten Grenzen variieren.“ (Meyer, 1995. S. 59)

Eine Erhöhung des Anblasdruckes zum Beispiel führt dazu, daß die ersten Obertöne besser auf die zugehörigen Resonanzen fallen und damit relativ zum Grundton stärker werden. Der Klang wird heller. Eine geringere Abdeckung führt neben dem Einfluß auf die Intonation dazu, daß der Luftstrahl an seinen Rändern aufgeweicht wird. Dies bewirkt eine Schwächung der Obertöne bei gleichbleibender Stärke des Grundtones; je kürzer der Abstand ist, desto heller wird die Klangfarbe. Außerdem läßt sich durch Verändern der Abdeckung die Abstimmung der höheren Resonanzen in gewissen Grenzen so einrichten, daß der Klang möglichst geräuscharm ist.

In einem Magazin für Freunde alter und neuer Bläsermusik findet sich im Heft 3. welches 1988 erschienen ist, ein Bericht von Ingolf Bork und Jürgen Meyer in dem auf den Einfluß der Spieltechnik auf den Klang der Querflöte genau unter die Lupe genommen wird. Es sind dies, wie bereits erwähnt die vier Parameter:

- Der im Mund erzeugte Luftdruck
- Die Form und Größe der Lippenöffnung
- Der Grad der Abdeckung des Mundloches
- Die Richtung des auf die Mundlochante geblasenen Luftstroms

Die letzten beiden kann der Spieler durch Drehen der Flöte (bzw. des Kopfstückes) und den Druck gegen die Unterlippe mehr oder weniger beeinflussen. Bork und Meyer beschreiben einen Versuch, bei dem ein Instrument durch künstliches Anblasen zum Klingen gebracht wurde. Das verwendete Gerät ist für die Feststellung der Einflüsse konstruktiver Details der Flöten auf den Klang entwickelt worden und es gestattet die Wirkung der einzelnen Parameter, unabhängig voneinander und systematisch aufzuzeigen. (Meyer, Bork. 1988, S.179)

Mit dieser Erkenntnis können Spieler ihre spieltechnischen Möglichkeiten bewußter einsetzen und auf die klangliche Auswirkung hören. Ich möchte nachfolgend kurz zusammenfassen, was Meyer und Bork in einem ausführlichen Artikel an die Öffentlichkeit gebracht haben. Stark vereinfacht lassen sich die spieltechnischen Möglichkeiten, den Klang zu beeinflussen wie folgt beschreiben:

Der Anblasdruck

Hier handelt es sich um die Strömungsgeschwindigkeit des zwischen den Lippen des Bläusers auftretenden Luftstrahls, welcher sich nicht hundertprozentig messen läßt. Eine Erhöhung des Anblasdruckes hat auch eine Erhöhung der Grundfrequenz des Tones zur Folge, sofern dieser

Einfluß nicht durch eine der anderen spieltechnischen Möglichkeiten kompensiert wird. Das heißt- eine Lautstärkenveränderung zieht auch eine Veränderung der Klangfarbe mit sich. Dies wird vom Spieler als sehr positiv im Sinne einer Erhöhung der Ausdrucksfähigkeit empfunden.

Die Lippenöffnung

Eine Vergrößerung der Lippenöffnung führt zu einem höheren Schallpegel, ermöglicht aber auch einen größeren Variationsbereich für den Anblasdruck. Ein leises piano ist aber mit kleinerer Lippenöffnung leichter möglich, zu dem wird der Klang als heller empfunden. Bei größerer Öffnung wiederum ist ein dunkler gefärbtes piano spielbar. Für tiefe Töne wird die Lippenöffnung (wie meßtechnisch nachgewiesen wurde) breiter, für höhere Frequenzen schmaler geformt. Bei zu schmaler Lippenöffnung sprechen die tiefsten Töne schwer bis überhaupt nicht an. Für das „Fortenspiel“ ist die größere Lippenöffnung energetisch günstiger, eine Klangfarbenveränderung jedoch kaum machbar.

Die Abdeckung des Mundloches

Die wichtigste Maßnahme der Flötisten zur Veränderung des Ansatzes ist die Drehung des Instrumentes (des Kopfstückes), zusätzlich kann das Instrument noch mehr oder weniger fest gegen die Unterlippe gedrückt werden. Dadurch wird einerseits das Mundloch verschieden viel abgedeckt wodurch sich die Rohrresonanzen verschieben, andererseits wird der Abstand zwischen Lippenspalt und Mundlochkante variiert. Der erstgenannte Effekt wirkt sich vor allem auf die Intonation aus und stellt deshalb für den Spieler die wichtigste Möglichkeit für Intonationskorrekturen dar. Was die Dynamik betrifft, ist zu sagen, daß mit zunehmender Abdeckung des Mundloches der Ton schwächer wird. Der Gefahr des Überblasens wirkt man aber bei zunehmender Abdeckung in der Form entgegen, indem man den Anblasdruck verringert. Man kann sich vorstellen, daß durch die Drehung der Luftstrahl mehr oder weniger symmetrisch gegen die Mundlochkante geblasen wird. Ist das Mundloch zu weit von der Lippenöffnung weggedreht, nehmen die Rauschanteile im Klang drastisch zu.

Der Einfluß der Anblasrichtung

Die Richtung, in die der Luftstrahl gegen die Mundlochkante geblasen wird, hat einen Einfluß darauf, wie lange der Strahl während einer Schwingungsperiode in das Innere der Flöte und wie lange er nach außen strömt. Die Richtung des Luftstrahls gegen die Mundlochkante hat einen enormen Einfluß auf die Klangfarbe. Wird der Strahl zum Beispiel etwas nach innen oder außen gedreht, wird der Klang markanter und heller.

Ein klanglicher optimaler Ansatz wird erreicht, wenn der Luftstrahl in der tiefen Lage etwas nach außen, in der zweiten Oktave mehr nach innen und in der dritten Oktave etwa symmetrisch auf die Mundlochkante gelenkt wird. Je niedriger der Anblasdruck ist, desto kleiner muß der Lippenabstand zur Mundlochkante sein.

Durch diese vier Parameter kann der Flötist Intonation, Dynamik, Artikulation und Klangfarbe beeinflussen. Sowohl die Grenzen der Variationsbereiche für die spieltechnischen Parameter als auch das Ausmaß der klanglichen Beeinflussung können sich bei einzelnen Flöten deutlich voneinander unterscheiden und stellen damit Kriterien für die Qualität der Instrumente dar. Die Untersuchungen geben die allgemeingültige Tendenz wieder die auf jede Flöte in klanglich spieltechnischer Hinsicht übertragen werden kann.

Die Auswirkungen des Vibratos im Bezug auf den Flötenklang (nach Meyer 1991)

Auch das Vibrato hat eine wesentliche Auswirkung auf den Klang. Es kann ihn sozusagen „beleben“.

In einem ausführlichen Artikel über Flötenklang und Vibrato aus der Zeitschrift „Kurs-Postille II“ vom 23. -28. 3. 1991 äußert sich wiederum Jürgen Meyer unter dem Titel „Gedanken eines Akustikers“. Es geht darum nicht um die Anwendung (ob es in dieser oder jenen Epoche, bei diesem oder jenem Stück erwünscht ist, oder nicht), sondern vielmehr um die klanglichen Aspekte des Vibratos auf der Flöte.

Sowohl für Sänger, als auch für Spieler verschiedenster Instrumente findet man in der Literatur Werte der Vibratofrequenz, die zwischen etwa 5 Hertz und 8 Hertz, also 5 bis 8 Schwingungen pro Minute liegen.

Das sich dieser Bereich offenbar aus der klanglichen Erfahrung der Musiker heraus als optimal herausgestellt hat, läßt sich mit bestimmten Eigenarten des Gehörs erklären: In diesem Bereich empfindet das Gehör trotz den durch das Vibrato bewirkten Frequenzschwankungen noch eine eindeutige Tonhöhe, begleitet von dem Eindruck eines innerlich belebten Klanges. Bei einem langsameren Vibrato als 5 Hertz kann das Gehör gewissermaßen noch in die Frequenzschwankungen „hineinhören“ und das Auf und Ab der Töne verfolgen. Das führt abgesehen von anderen ästhetischen Gesichtspunkten natürlich zu Intonationsproblemen im Zusammenspiel.

Wenn andererseits die Frequenz des Vibratos schneller wird und eine Grenze von 10 Hertz überschritten wird, bekommt der Klang einen unruhigen, rauhen Charakter, was wiederum als störend empfunden wird.

Obgleich bei Opernsängern ein stärkeres Vibrato üblich ist, (Vibratobreite ca. plus minus 75 Cent) wird von Bläsern bereits eine Vibratobreite von plus minus 15 Cent als sehr stark bezeichnet.

Der Flötist erzeugt sein Vibrato durch periodisches Variieren des Anblasdruckes. Die klangliche Wirkung des Vibratos beruht in erster Linie auf Klangfarbenmodulation.

Jeder Instrumentalklang wird, bevor er den Zuhörer erreicht, durch den umgebenden Raum verändert. Der Schall der Flöte hat zwei Ursprungspunkte, von denen aus er in den Raum abgestrahlt wird: das Mundloch und das erste offene Seitenloch bzw. beim Ton c^{\prime} - das Rohrende.

Der Schall erreicht den Zuhörer und auch den Spieler selbst nicht nur auf dem direkten Wege vom Instrument zu den Ohren, sondern auch auf verschiedenen Umwegen über Reflexionen an den Wänden und der Decke. Alle diese Umwege sind mit unterschiedlichen Laufzeiten für den Schall verbunden. Zu einem bestimmten Zeitpunkt treffen daher beim Zuhörer Schallanteile an, die vom Instrument zu verschiedenen Zeitpunkten ausgesandt wurden. Der Raum integriert also für den Zuhörer den Schall des Instrumentes über einen bestimmten Zeitabschnitt, wobei die Schallreflexionen natürlich umso schwächer sind, je später sie eintreffen. Außerdem werden die Reflexionen je nach den Eigenarten des Raumes gedämpft. Das Vibrato beim Flötisten steigert die Auffälligkeit innerhalb eines Ensembles oder Orchesters. Es erhöht nicht die Breite, wie bei der Geige, sondern die Prägnanz des Klanges und trägt damit zur Durchsichtigkeit der Stimmführung bei. Dies gilt wohlgerne für größere Räume. Im Nahbereich wirkt das Vibrato bei allen Instrumenten in nahezu gleicher Weise klangbelebend.

2.4.2 Weitere Klangeinflüsse im Bezug auf das Instrument

Zusammengefaßt nach einem Gespräch mit Herrn Werner Tomasi - Wiener Flötenwerkstatt.

Abgesehen vom Material können viele andere Faktoren einen Einfluß auf den Klang eines Instrumentes haben.

Beispielsweise sagt Tomasi, könne sich auch das Gewicht eines Instrumentes auf den Klang auswirken. Dieses hängt sehr wohl vom Material ab, denn Gold hat zum Beispiel ein höheres spezifisches Gewicht als Silber. Flötisten sehen auch einen Unterschied, ob sie mit C-Fuß oder H-Fuß spielen. Flöten können sowohl dünnwandig, als auch dickwandig sein, gezogene oder gelötete Kamme haben- all diese Faktoren können ebenso zur Klangbeeinflussung beitragen.

Bsp.: Der Innendurchmesser der Querflöten ist normalerweise 19 mm, egal, ob es sich um eine dünn- oder dickwandige Flöte handelt. Wäre der Innendurchmesser größer, hätte die Flöte ein größeres Volumen, spräche aber in der dritten Oktave schwerer an.

Auch experimentieren die Flötenbauer mit dem Material der Polster und glauben dadurch ebenso eine Verbesserung des Klanges zu erreichen. Die Firma Sankyo zum Beispiel stellt ihre Polster aus Filz und Darmhaut her, was den Vorteil hat, daß Vibrationen der Mechanik gedämpft werden.

Muramatsu hat einen eigenen Kunststoff für ihre Polster entwickelt und unter der elastischen Silikonschicht erstmals Luftpolster gelassen, was den Nachteil hat, daß diese Polster oft nicht besonders gut decken.

Die sogenannten „Straubinger Polster“ sind Kunststoffpolster, die weniger dämpfen als jene aus Filz, sie würden aber den Klang und die Ansprache verbessern. Jedoch verliert der Ton an Wärme und Bindungen werden schwieriger. .

Versuch von Coltman 1971 (zit. nach Sonneck)

Um den Einfluß des Materials auf die Klangfarbe von Flöten zu untersuchen, wurden von Coltman Hör- und Spieltests mit drei Flöten ohne Löcher durchgeführt, die auf 398 Hz gestimmt waren. Der Innendurchmesser aller Flöten war 1,90 cm. Die Flöten bestanden aus Silber (Wandstärke 0,036 cm), Kupfer (0,153, damit vier Mal schwerer als die Silberflöte) und Grenadillholz (0,41 cm, damit 1.7 mal schwerer). Die Kopfstücke waren identisch: das Material war Delrin und das Mundloch aus Epoxidharz. Durch eine spezielle Vorrichtung (alle drei Flöten waren in einem Gestell- siehe Abbildung a.d. folgenden Seite-montiert) war sichergestellt, dass auch der Spieler nicht wußte, auf welcher Flöte er gerade spielt.

Im Hörtest spielte der Autor den Grundton, die Oktave und die Oktavbindung; 27 Testpersonen, davon 20 Berufsmusiker bzw. erfahrene Amateurmusiker (davon wieder 13 Flötisten), versuchten, die produzierten Klänge den Flöten zuzuordnen. Das Ergebnis dieses Hörtests war, dass dies nicht gelang: keine der Zuordnungen lag signifikant über dem zufälligen Wert.

Im Spieltest wurden die drei Flöten von 4 ausgebildeten Flötisten gespielt. Auch die Zuordnung der Spieler selbst zeigte keine signifikante Abweichung vom zufälligen Wert.

Da weder die erfahrenen Hörer noch die ausgebildeten Flötisten zwischen Instrumenten unterscheiden konnten, deren einziger Unterschied das Wandmaterial und die Wandstärke ist (das Mundrohr war ja identisch), schließt der Autor, daß Wandmaterial und Wandstärke weder die

Klangfarbe noch die Ansprache von Querflöten beeinflussen.

Allerdings weist er darauf hin, daß es andere Gründe für die Bevorzugung gewisser Materialien geben könnte: so ist etwa die Aufwärmzeit für die Kupferflöte (aufgrund der höheren thermischen Masse) deutlich länger, was auch von einem der Musiker (durch die etwas tieferen Stimmung) während des Versuchs bemerkt wurde. Coltman 1971



Abb. 2/27 Versuch von Coltman

3. Der Versuchsaufbau

3.1 Die Spieler

Bei den Spielern handelt es sich um Berufsmusiker, die in Wien, entweder in Wiener Orchestern, oder freiberuflich beschäftigt sind.

Sie spielten alle auf den sieben Flöten, welche im Kapitel 3.2. genau beschrieben sind, und zwar in gleicher Reihenfolge. Die Aufnahmedauer pro Person betrug etwa 40 Minuten. Um eine möglichst gleiche Aufnahmebedingung für alle Flöten herzustellen, durfte sich keiner auf irgendeiner Flöte einspielen.

Die Spieler waren:

Maura Bayer (MB) *freischaffend, geb. 1955, etwa 20 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Dorit Führer (DF) *Universität für Musik und Darstellende Kunst Wien, geb. 1958, etwa 20 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Rudolf Gindlhumer (RG) *Wiener Volksoper und Konservatorium der Stadt Wien, geb. 1955, etwa 31 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Wolfgang Lindenthal (WL) *Bühnenorchester der Staatsoper Wien, geb. 1976, etwa 8 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Renate Linortner (RL) *Wiener Volksoper, geb. 1973, etwa 10 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Matthias Schulz (MS) *freischaffend, geb. 1972, etwa 11 Jahre professionelle Spielerfahrung*

Wolfgang Schulz (WS) *Wiener Philharmoniker, geb. 1946, etwa 35 Jahre professionelle Spielerfahrung*

3.2 Die Instrumente

Die sieben Querflöten waren Instrumente der Firma Muramatsu, die von den Besitzern selbst oder von der Wiener Flötenwerkstatt- Herrn Werner Tomasi zur Verfügung gestellt wurden. Da die Instrumente von der selben Firma gefertigt wurden kann man annehmen, daß zumindest die Grundmechanik, die Mundplatte und die Verarbeitung relativ ident sind.

Doch ist zu erwähnen, daß es unmöglich war, sieben völlig gleiche Instrumente mit dem alleinigen Unterschied des Materials zu bekommen.

Versilbert (VSI)



H-Fuß, offene Klappen, Kopfstück Vollsilber
Korpus Nickel, versilbert. [Neupreis ca.40.000 ATS / 3.000 Euro]
Abb. 3/1a

Silber (SI)



Modell AD, gezogene Kamine, H-Fuß, offene Klappen [Neupreis ca.100.000 ATS / 7.300 Euro]
Abb. 3/1b

Verplatinert (VPT)



Ist eine Silberflöte, verplatinert. Mit H-Fuß, offenen Klappen [Neupreis ca.150.000 ATS / 10.900 Euro]
Abb. 3/1c

9 Karat (9K)



H-Fuß, offene Klappen , Mechanik Silber [Neupreis ca.200.000 ATS / 14.500 Euro]
Abb. 3/1d

14 Karat (14K)

Korpus 14K Mechanik Silber

HANDMADE 14K. GOLD



14K. GOLD - TUBINGS & EMBOUCHURE
OTHERS: SILVER
A - 442Hz or 443Hz

Für die Aufnahmen von WS, MS und WL wurde eine 14 Karat Flöte (H- Fuß, offene Klappen, vergoldete Silbermechanik) verwendet. [Neupreis ca.300.000 ATS / 22.000 Euro]

Abb. 3/1e

Korpus und Mechanik 14K

HANDMADE 14K. ALL GOLD



14K. SOLID GOLD
A - 442Hz or 443Hz

Für die Aufnahmen von DF, RG, RL und MB wurde eine 14 Karat Vollgoldflöte mit C-Fuß und geschlossenen Klappen verwendet. [Neupreis ca.400.000 ATS / 30.000 Euro]

Abb. 3/1f

24 Karat (24K)

HANDMADE 24+14K. GOLD



24K. GOLD - TUBINGS & EMBOUCHURE
OTHERS : 14K. GOLD
A - 442Hz or 443Hz

H-Fuß, geschlossene Klappen, Mechanik 14 Karat [Neupreis ca.1.000.000 ATS / 73.000 Euro]

Abb. 3/1g

Platin (PT)

HANDMADE PLATINUM



PLATINUM - TUBINGS & EMBOUCHURE
OTHERS : 14K. GOLD
WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY
A - 442Hz or 443Hz

H-Fuß, geschlossene Klappen, Mechanik 14 Karat [Neupreis ca.1.000.000 ATS / 73.000Euro]

Abb. 3/1h

Die Reihenfolge der Instrumente, in der die Aufnahmen gespielt wurden und die bei jedem Spieler dieselbe war, war folgende:

1. 14 Karat (14K)
2. Verplatinert (VPT)
3. Vollsilber (SI)
4. 24 Karat (24K)
5. Versilbert (VSI)
6. 9 Karat (9 Karat)
7. Platin (PT)

Abb. 3/2a-d: Die 7 Testinstrumente



Abb. 3/2a



Abb. 3/2b

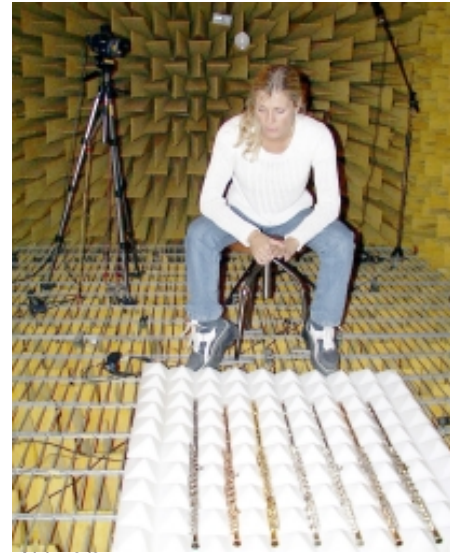


Abb. 3/2c



Abb. 3/2d

3.3 Das Aufnahmeprogramm


Aufgenommen wurde:

1. Chromatik: von c1 bis c4, Töne einzeln und gut voneinander getrennt gestoßen, Lautstärke: sattes Mezzoforte.
2. fff und ppp: Einzeltöne in maximaler Lautstärke und leisestem piano: g1, a2, f3
3. crescendo: Einzeltöne vom ppp bis fff: a1, f2, d3, b4
4. Zwei Probespielstellen: ausgewählt nach den Kriterien

Cantabile und Legato: Vorspiel 3. Akt aus Carmen von Bizet, Kurzbezeichnung Carmen.

Lautstärke und Volumen: Solostelle piu Andante aus der 1. Sinfonie von Brahms, Kurzbezeichnung Brahms.

① Chromatik c' - c''' *jeder Ton einzeln gestoßen und langsam*

② ff / pp > Töne : 

③ Crescendo :
 a' <
 f'' <
 d''' <
 b''' <

Abb. 3/3a

Vorspiel zum 3. Akt

Andantino quasi Allegretto

Solo

dolcissimo



Bizet "Carmen"
Abb. 3/3b

Brahms Symphony No. 1

Più Andante

SOLO

f passionata



Abb. 3/3c

3.4 Klangaufnahme und Verarbeitung

Aufnahme von Klangbeispielen

Aufgenommen wurde an zwei Terminen (3. Mai und 2 Juni 2000) im reflexionsarmen Raum des IWK mit 7 Flötisten. Um eine reproduzierbare Aufnahmesituation zu schaffen, spielten die Flötisten sitzend. Die Aufnahmeleitung wurde zum Teil von der Verfasserin selbst, teilweise von den Mitarbeitern am IWK übernommen. Die nachfolgende Abbildung skizziert die Geräte und Positionen bei der Aufnahme.

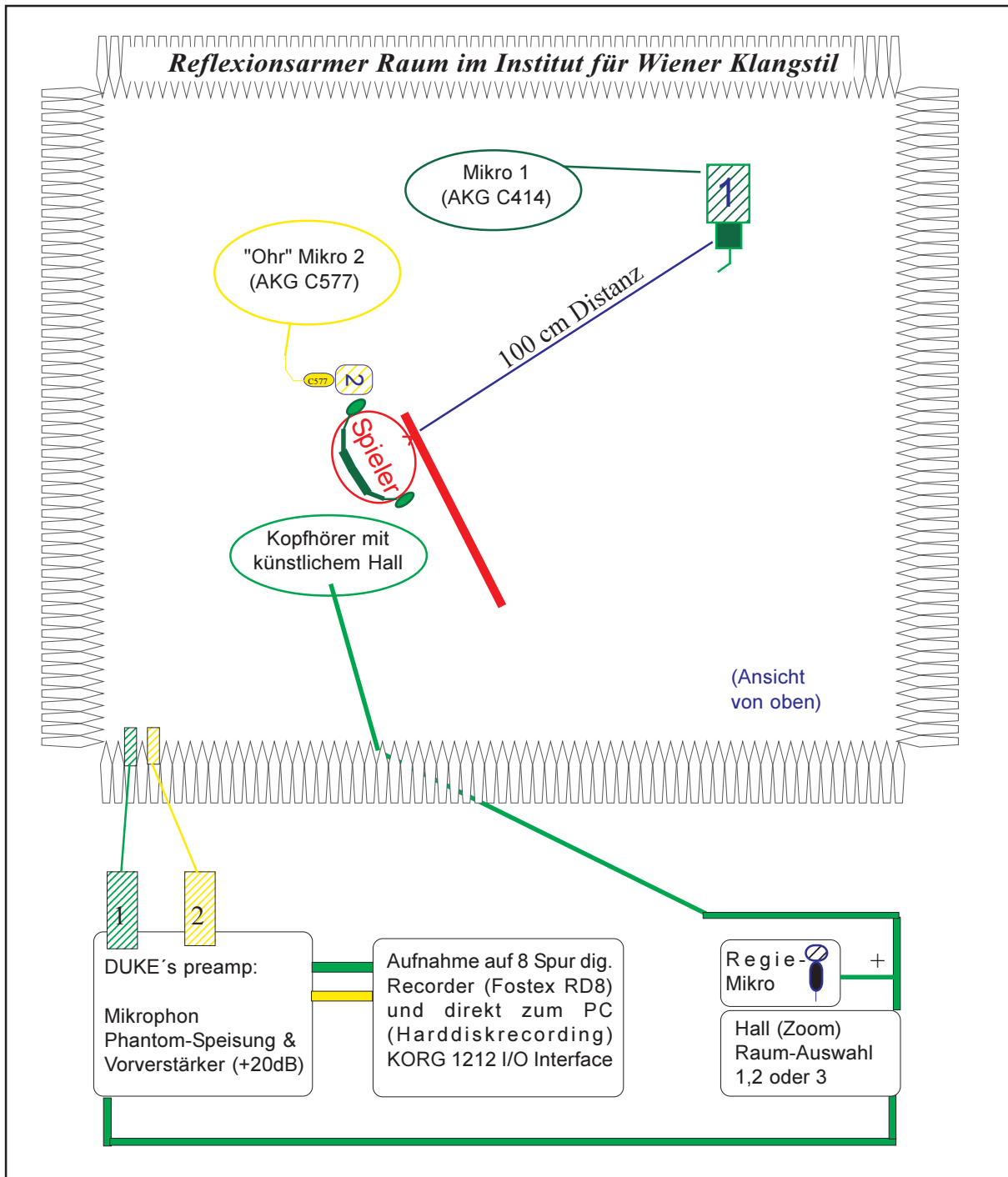


Abb. 3/4 Der Aufbau bei den Tonaufnahmen im IWK

Geräteeinstellungen

Mikrophone : Typen, Aufstellung und Abstände

Mic 1= Mikrophon Nr.1: AKG C414 in der Ecke
165 cm hoch über dem Drahtgitterboden
100 cm schräg (vor dem Spieler) vom Mundloch der Föte entfernt
30 cm höher als das Mundloch der gerade gespielten Flöte (siehe Abb. 3.5 b)
Mikrophon in Standard Einstellung (Kugelcharakteristik, 0 dB BP, 0Hz, LP)

Mic 2= Mikrophon Nr.2: AKG C577 nahe des Ohres des Spielers (ca. 5 cm)

Die Phantomspeisung beider Mikrophone erfolgte vom "DUKE's Preamp".

Kalibrierung

Mittels eines Sirensignals, das in einem Meter Abstand gemessen stets ein 1 kHz Signal mit 100 dB SPL abstrahlt, können die aufgenommenen Samples dynamisch adäquat ausgesteuert werden. Der Signalgeber wurde nach der Aufnahme des Sirensignals, bzw. vor der Aufnahme der Flötisten aus dem "reflexionsarmen" Raum entfernt.

Aufnahme:

Die Signale aus dem Vorverstärker "DUKE's Preamp." werden teilweise mit dem 8 Spur Digitalrekorder FOSTEX RD-8 auf je 2 Spuren aufgenommen, bzw. direkt in den Computer via Harddiskrecording (KORG 1212 I/O interface Karte) eingespielt. Die Samplingrate betrug 44,1 kHz.

Die mit dem Mikrophon 1 aufgezeichneten Signale wurden in Echtzeit dem Spieler über Kopfhörer wiedergegeben. Das Signal konnte außerdem mit einem vom Spieler ausgewählten Nachhall versehen werden, um die außergewöhnliche Akustik des reflexionsarmen Raumes einer natürlicheren Umgebungsbedingung anzugleichen. Hierzu wurden drei verschiedene akustische "Raumgrößen" angeboten, die mit dem Hallgerät "Zoom" erzeugt wurden.

Digitale Signalverarbeitung

Die aufgenommenen Soundfiles wurden mit ihrer ursprünglichen Samplingrate auf die Harddisk und anschließend auf CD-ROM gesichert. Die Dateien (16 Bit /PCM/ Mono) mit 44.1 kHz wurden als Windows ".wav" Format segmentiert und analysiert. Zur Verwendung kam die Software SoundForge 4.5 der Firma SONIC und S_Tools. S_Tools ist eine an der Forschungsstelle für Schallforschung an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften entwickelte digitale Workstation zur Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von akustischen Signalen wie Lärm, Sprache und Musik¹.

¹ Informationen zu S_Tools entstammen Online-Dokumenten [URL [HTTP://WWW.KFS.OEAW.AC.AT/FSF/DSP/STG02.HTML](http://www.kfs.oeaw.ac.at/FSF/DSP/STG02.HTML)] am 24.02.1998 von Werner Deutsch (Forschungsstelle für Schallforschung der ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN. [Email: wad@kfs.oeaw.ac.at]) und Publikationen von Deutsch (1989; 1991).

Schnappschuß-Dokumentation während der Klangaufnahmen



Abb. 3/5a-e

Bilder der Aufnahme-Sessions im IWK
3. Mai 2000 und 2. Juni 2000

Die Abbildungen a (R. Gindlhumer, R. Linortner) und b (M. Bertsch, M. Schulz) zeigen den reflexionsarmen Raum im Institut für Wiener Klangstil in dem die Aufnahmen mit den Versuchspersonen durchgeführt wurden. Zu sehen sind Positionierung des Spielers, des Mikrophons und der Videokamera sowie die bereits vorbereiteten 7 Testinstrumente.

Abbildung c (R. Linortner) zeigt den Versuchsleiter während der Aufnahme. Über Mikrophone konnte man sich mit den jeweils spielenden Personen verständigen.

In Abbildung d (R. Linortner, W. Lindenthal) und e (W. Schulz, R. Linortner, M. Bertsch) sieht man Computer und Geräte im IWK, sowie (in Abb. d) den Bildschirm auf dem gerade ein Spieler während einer Aufnahme zu sehen ist.

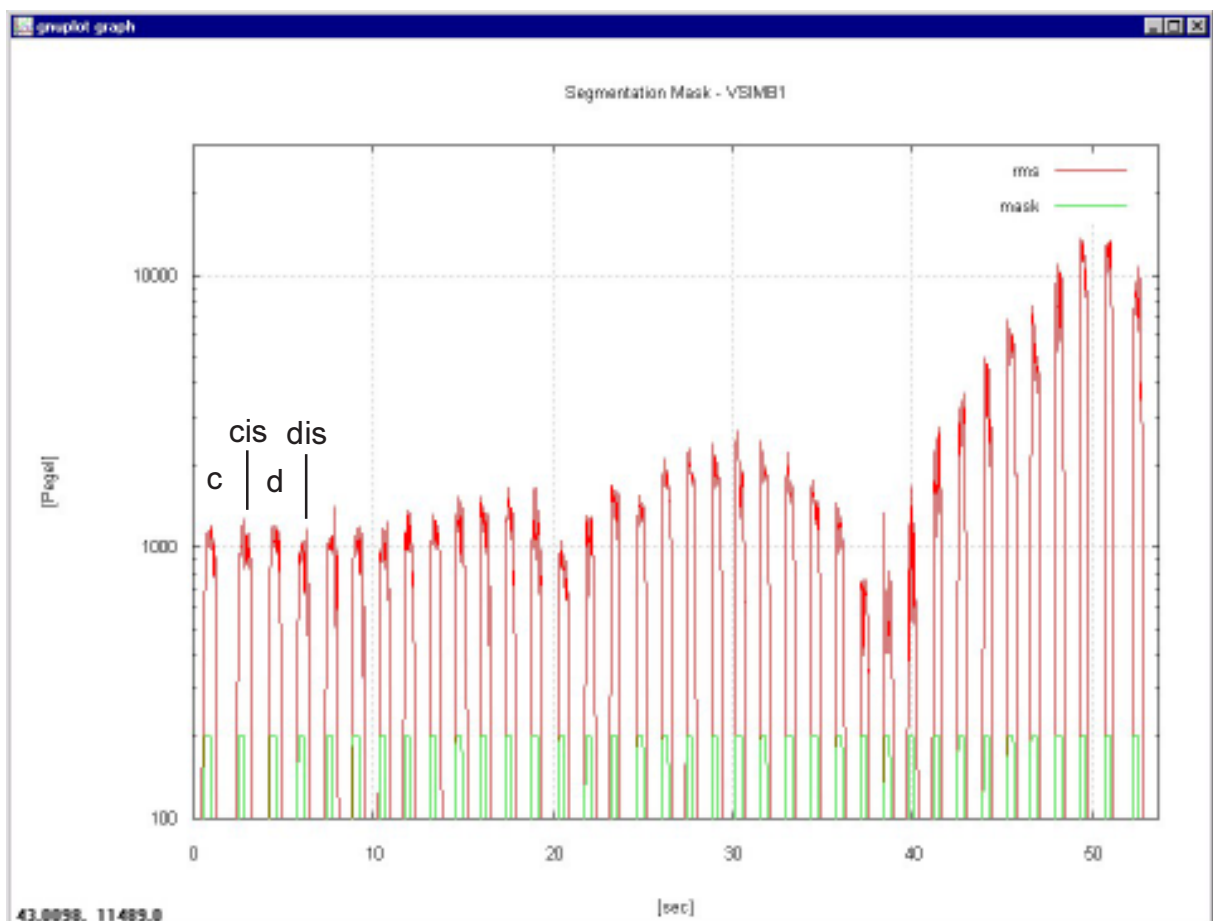
4 Klanganalysen

4.1 Lautstärke - Dynamik

Um einen Überblick zu bekommen, wurde zuerst die chromatische Tonleiter aller Spieler mit allen Materialien analysiert. Die nachfolgende Abbildung zeigt als Beispiel den Schallpegelverlauf (RMS) einer solchen Tonleiter über 3 Oktaven von einem Spieler mit einer Flöte.

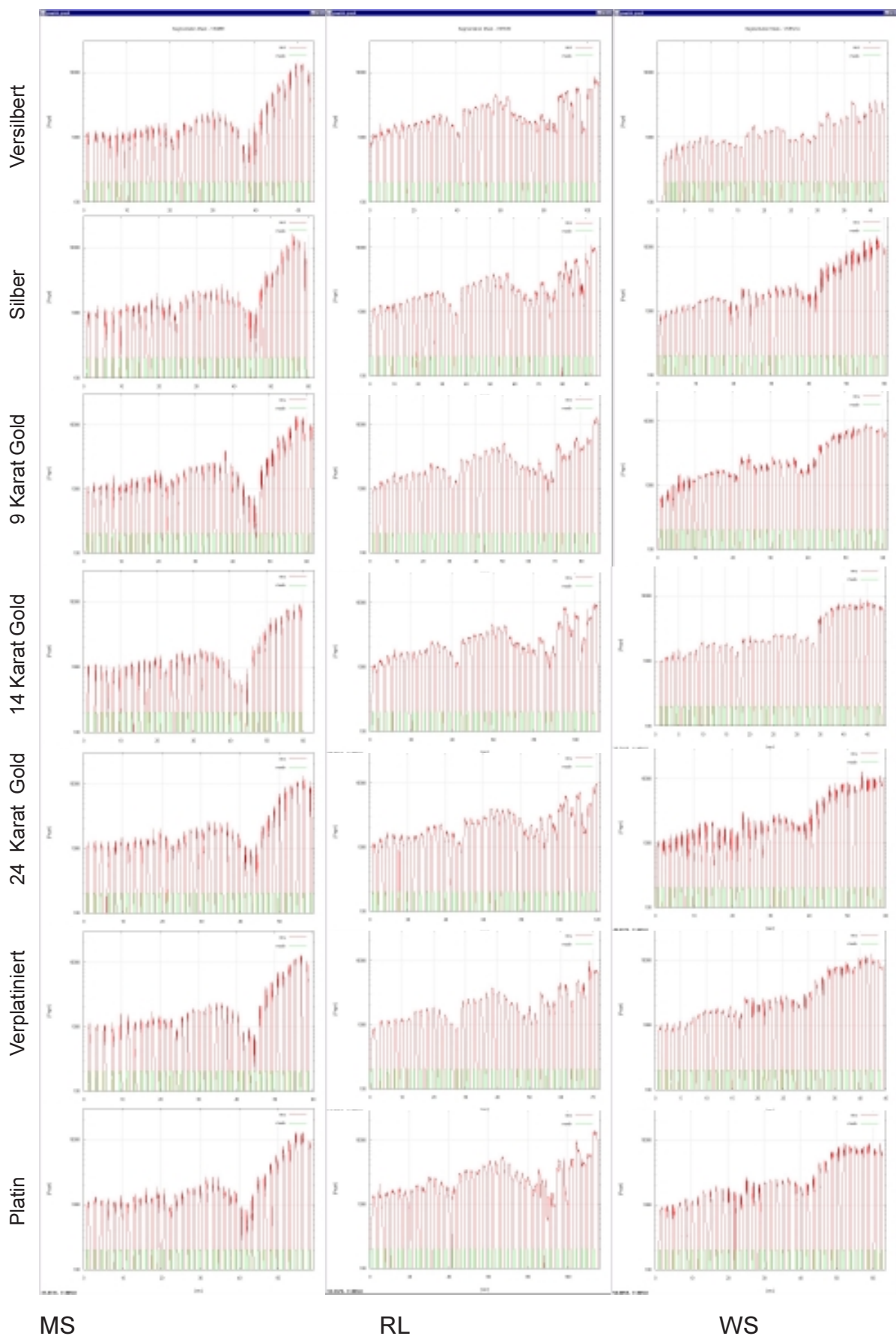
Obwohl die Spieler die Vorgabe hatten, über den gesamten Tonbereich mit gleicher "Lautstärke" zu spielen, zeigt die Graphik durchaus unterschiedliche Lautstärken. Dies hängt mit der Funktionsweise des Instrumentes zusammen: Töne, bei welchen fast alle oder überhaupt alle Tonlöcher offen sind, weisen einen geringen Schallpegel (Lautstärke) auf. Der Grund dafür ist, daß die schwingende Luftsäule nur mehr sehr kurz ist und aufgrund der geringen "Masse" wenig Energie speichern und abstrahlen kann.

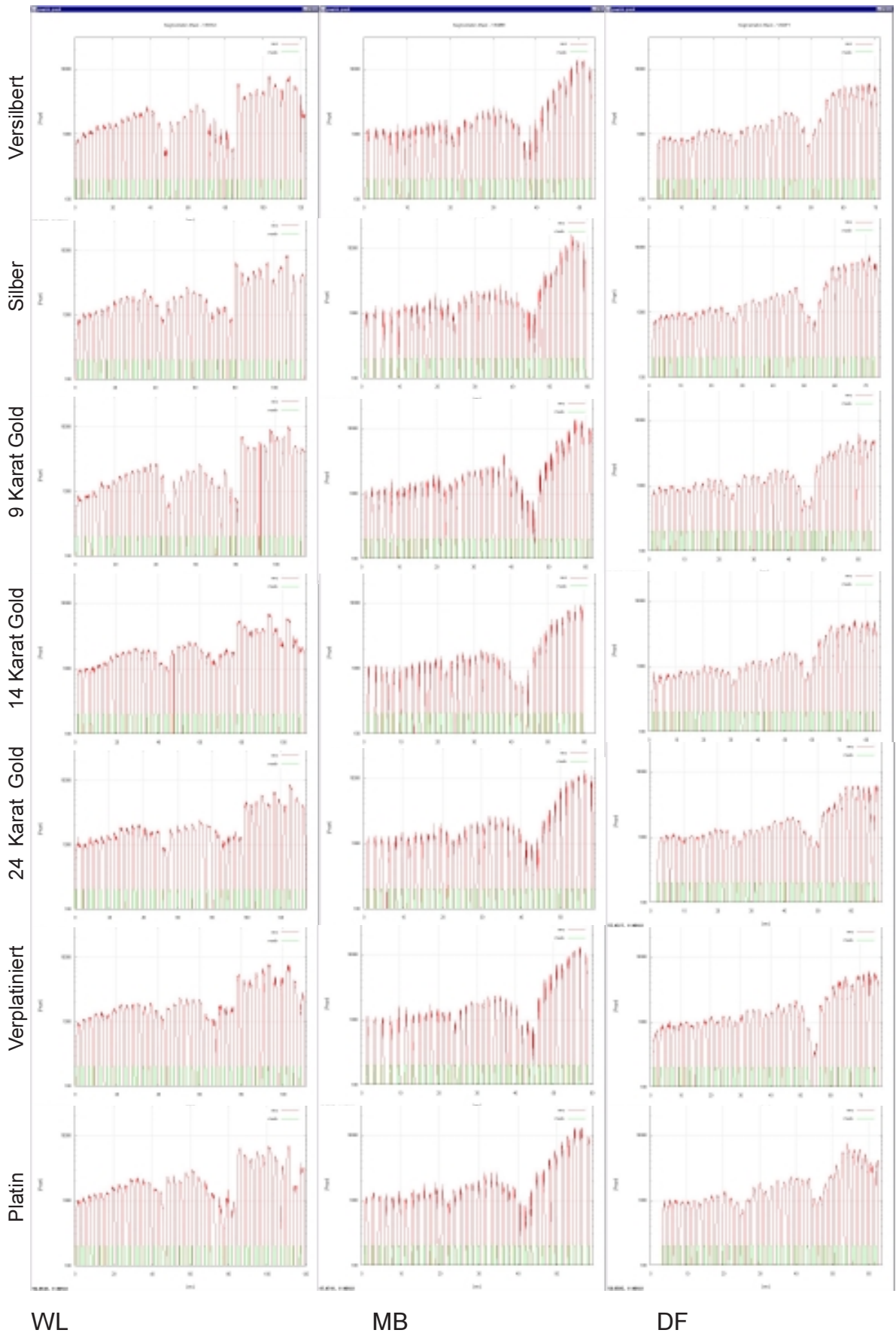
Diese Töne werden auch als "kranke" Töne bezeichnet. Es sind dies die Töne 13 und 14, sowie 25 und 26 (jeweils c und cis). Die nachfolgenden Töne werden wieder mit dem "langen" Instrument gespielt (viele Tonlöcher geschlossen), also "überblasen".

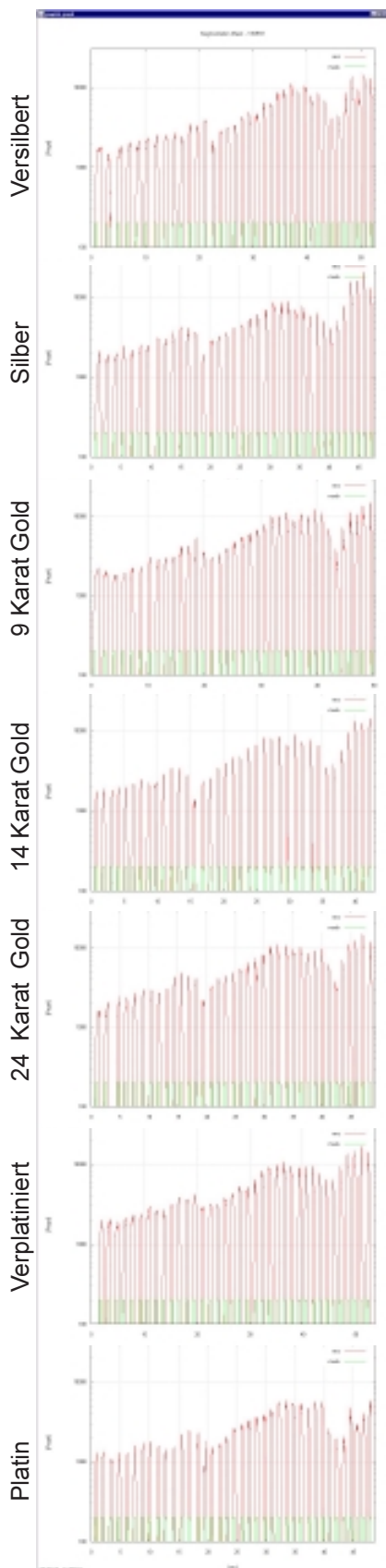


Die "ausgefranzten" Spitzen der Töne sind kein Qualitätsmerkmal, sondern eine Folge des gespielten Vibratos. Jeder Ton dauert ca. 0,5 - 1 Sekunden, diese Zeitspanne wird in dem oben abgebildeten Diagramm auf weniger als ein bis zwei Millimeter komprimiert, wodurch die kontrollierten Lautstärkeschwankungen- also das Vibrato- als "Zacken" an der Spitze des Tones zu erkennen sind.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Tonleitern aller Spieler mit jedem Instrument.







Betrachtet man die vorangegangenen Kurven, so ist zu erkennen, daß der Verlauf "spielertypisch" ist. D.h. daß der Spieler auf allen Flöten verblüffend ähnlich spielt. Die Kurven **eines** Spielers sind deutlich von den der **anderen** Spieler zu unterscheiden.

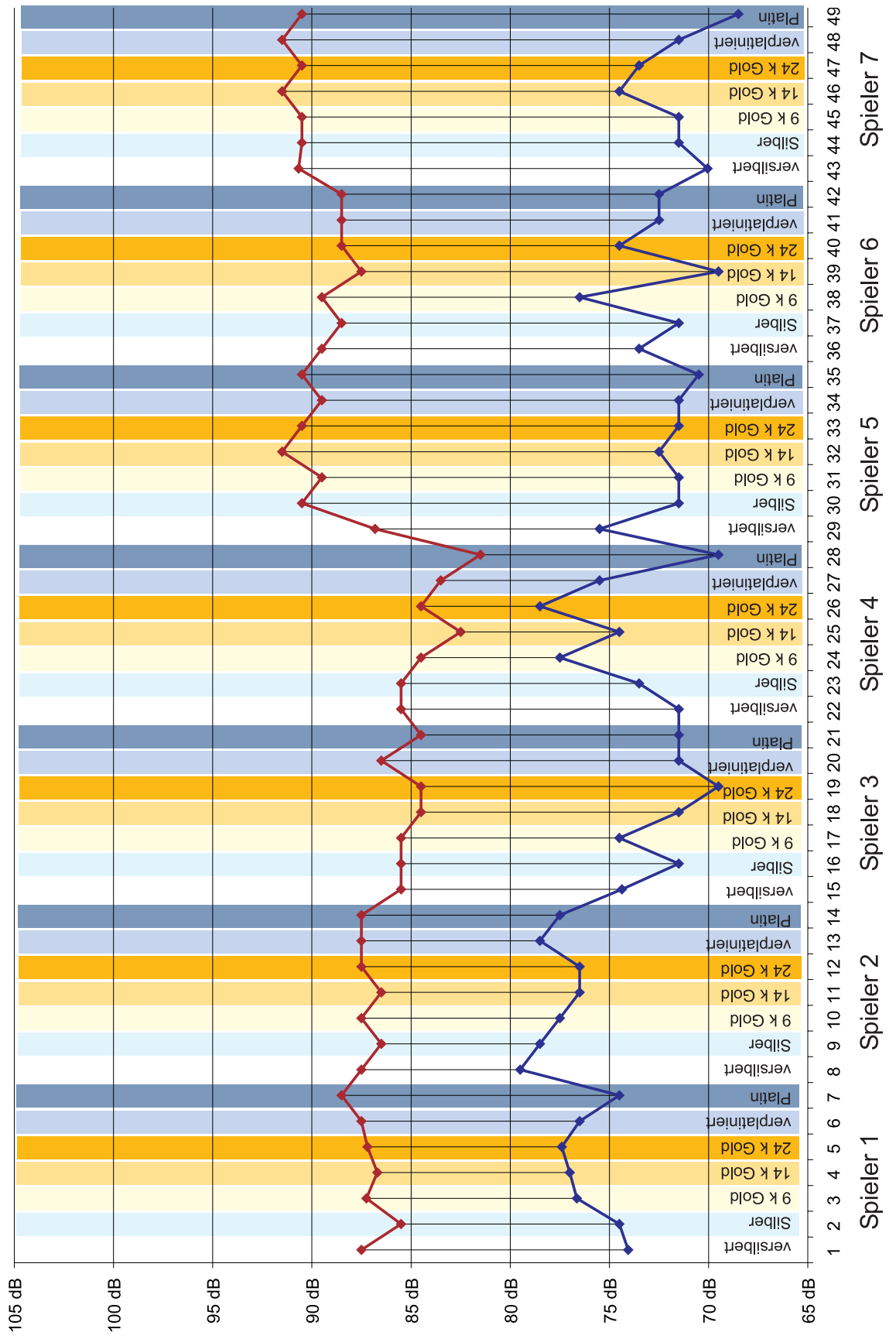
"Flörentypische" Merkmale sind hingegen nicht zu erkennen. Daraus muß geschlossen werden, daß das Material der Flöte keinerlei, oder zumindest nur einen minimalen Einfluß auf die Lautstärke ausübt, daß dieser unbewußt von den Spielern maskiert wird.

Da jedoch immer wieder behauptet wird, daß mit Flöten aus bestimmten Materialien lauter gespielt werden könne, beziehungsweise der Dynamikumfang besser sei, wurden auch Aufnahmen von Einzeltönen mit größtmöglichem *Crescendo* gemacht und genauer untersucht. Es wurde auf den Tönen a1, f2, d3 und b3 ein *Crescendo* von möglichst leise bis möglichst laut gespielt.

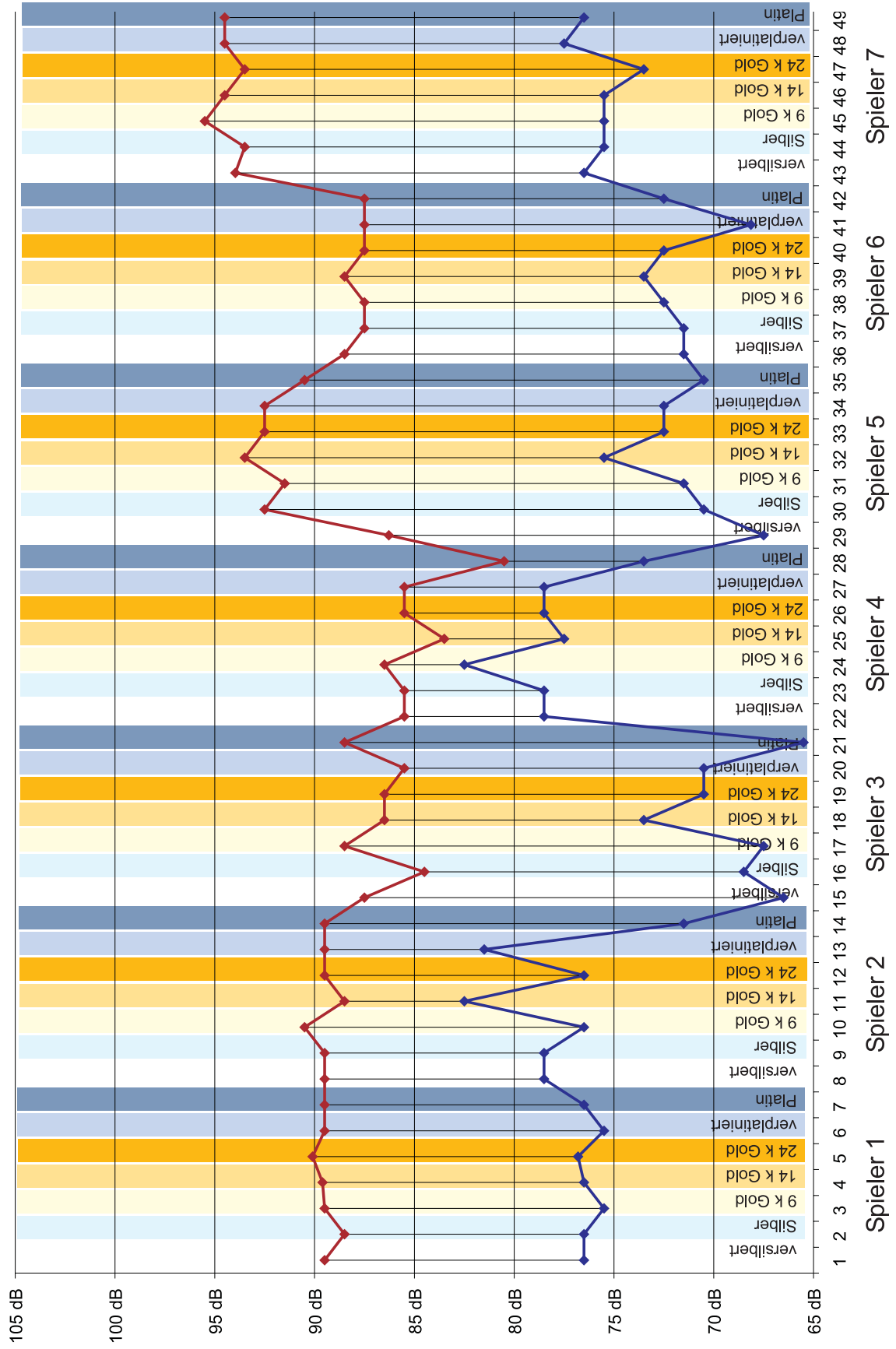
Die dabei erzielten Schallpegel wurden gemessen und in eine Tabelle eingetragen, sodaß- von diesen 4 Tönen- der Dynamikumfang aller Spieler und Flöten dargestellt werden kann.

Die nächsten 4 Seiten zeigen alle Spieler mit allen Flöten für den Ton a1, f2, d3 und b3. Wiederum fallen bei ein und demselben Instrument die großen Unterschied auf, die durch die Spieler zustande kommen.

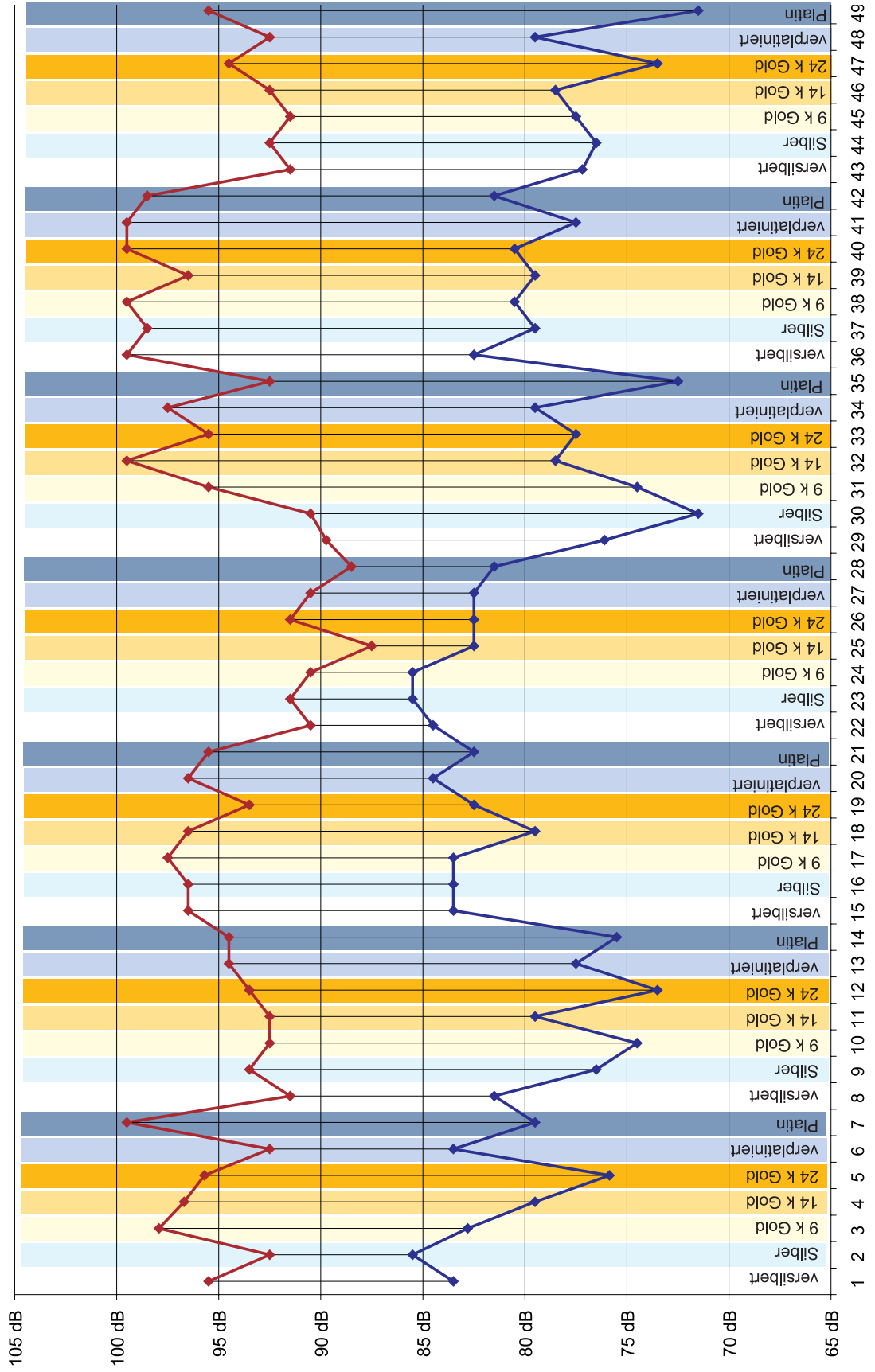
a1 - alle Spieler alle Flöten



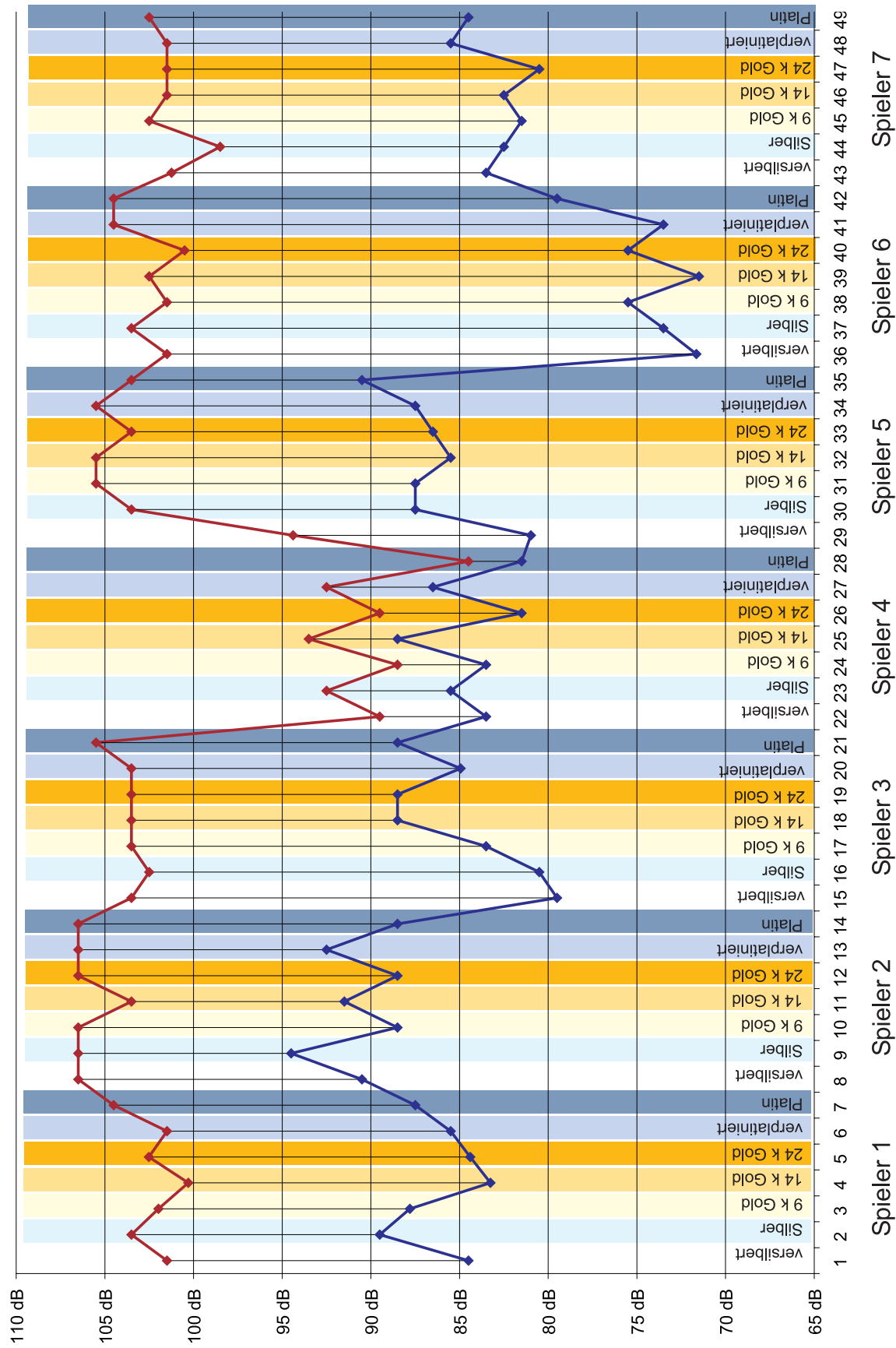
f2 - alle Spieler alle Flöten



d3 - alle Spieler alle Flöten

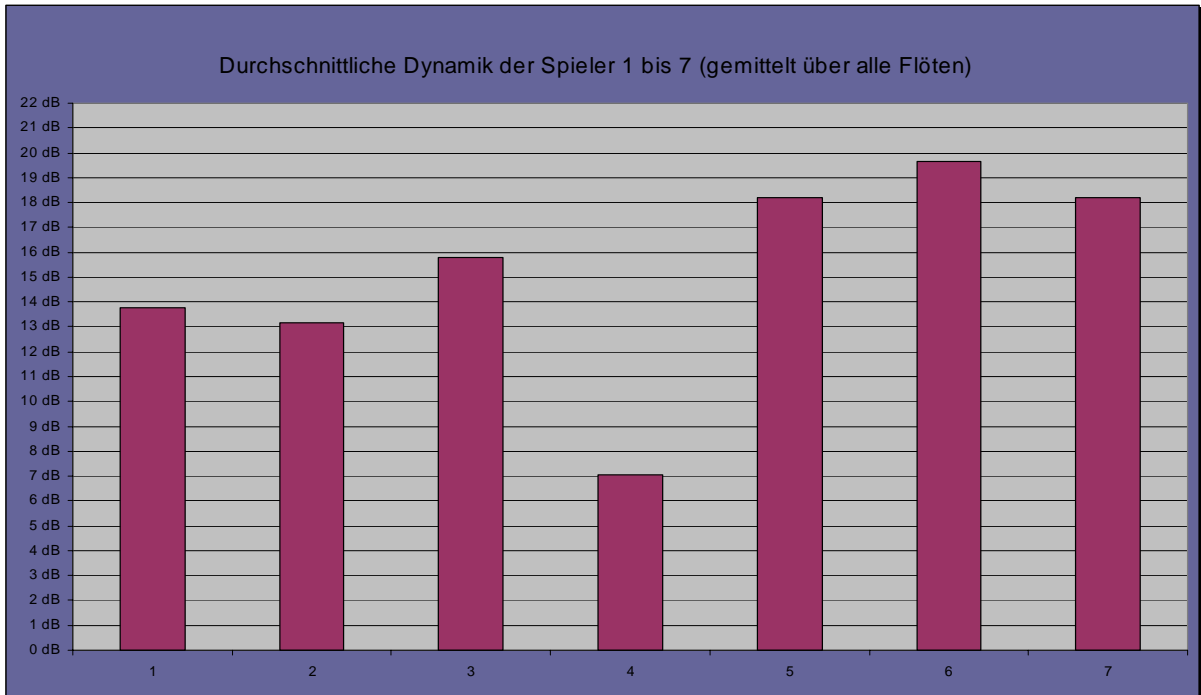


b3 - alle Spieler alle Flöten

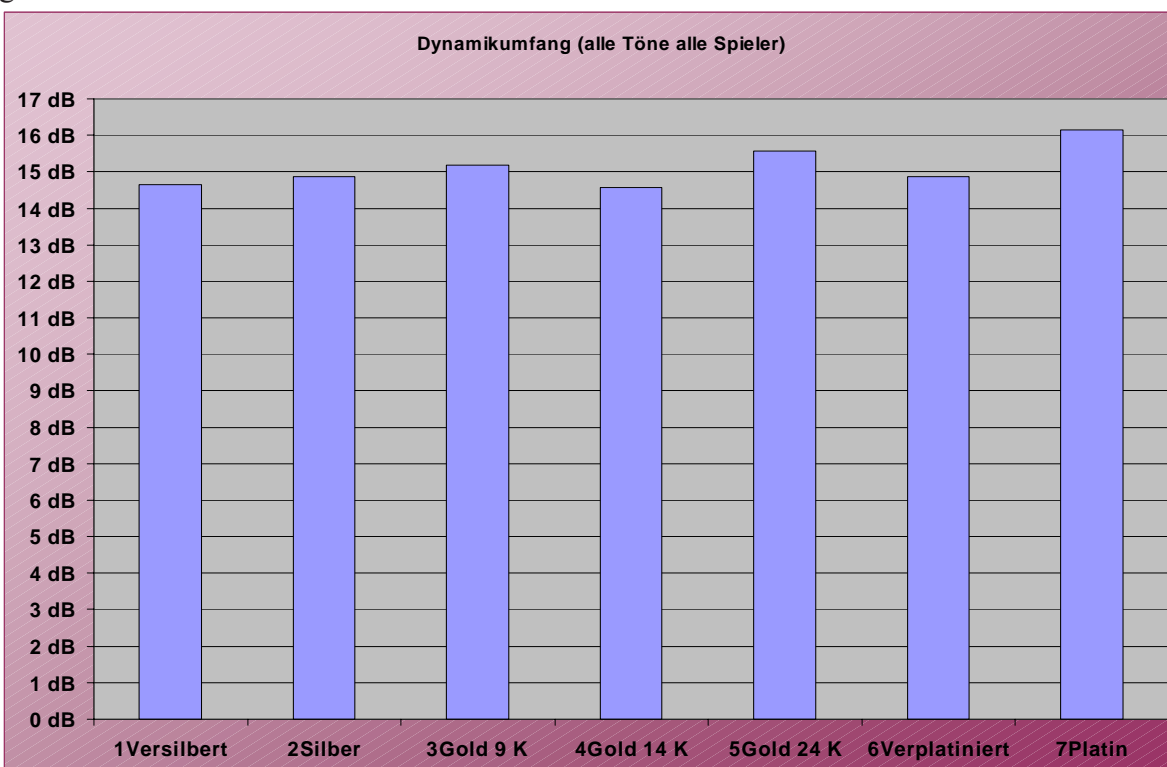


Die unterschiedliche Auffassung der Spieler von Dynamik, die zum einen Teil wohl in der Klangvorstellung und zum anderen Teil auch in der Spieltechnik begründet ist, zeigt sich deutlich in dem nächsten Diagramm. Dieses Diagramm zeigt die von jedem Spieler erzielte Dynamik, gemittelt über die vier Töne a1, f2, d3, b3 und über alle Flöten.

Die geringste mittlere Dynamik (Differenz zwischen *pp* und *ff*) liegt bei 7 dB, die größte bei dem zirka Vierfachen (!), nämlich bei 19,6 dB.



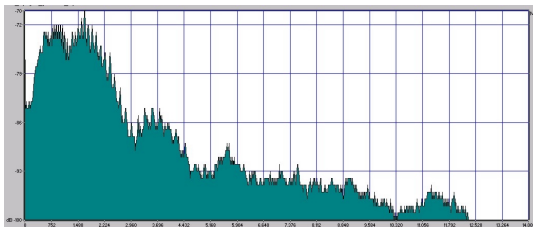
Ganz anders stellt sich die Situation dar, wenn man die erzielte Dynamik in Abhängigkeit vom Instrument betrachtet (siehe Diagramm unten). Die vom Instrument herrührenden Unterschiede betragen nur 1,5 dB! Die 14 Karat Goldflöte weist mit 14,57 dB die geringste Dynamik auf, das Maximum wurde mit der Platinflöte erzielt, nämlich 16,14 dB. Dieser gemittelte Wert basiert auf den besagten 4 Tönen und 7 Spielern. Es ist nicht auszuschließen, daß bei einer wesentlich höheren Anzahl von Testspielern die schon jetzt äußerst geringe Differenz völlig gegen Null geht.



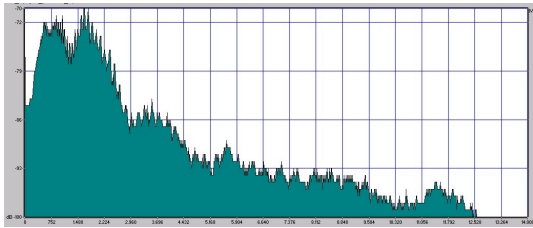
4.2 Klang

Um mögliche Klangunterschiede, die auf das Material zurückzuführen sind, generell zu erfassen, wurde hier zur Ansicht von zwei Spielern- für jedes der sieben Instrumente über die gesamte chromatische Tonleiter ein gemitteltetes Spektrum errechnet.

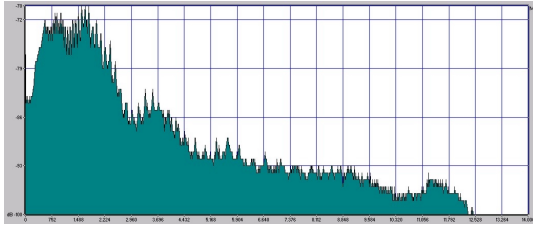
Die nebenstehenden Spektren zeigen (in der gleichen Reihenfolge wie auf den vorigen Seiten) das gemittelte Klangspektrum über drei Oktaven jeweils eines Instrumentes. (Frequenzbereich: 0 Hz bis 14 kHz)



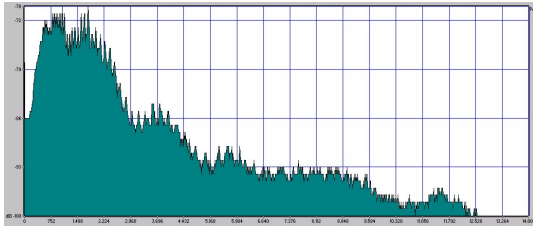
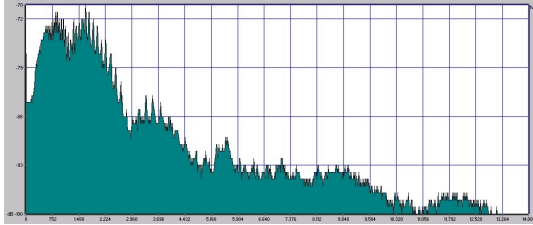
Alle Spektren zeigen nahezu die gleiche Charakteristika: Maxima bei ca. 800 Hz und 1800 Hz, weitere bei ca. 3500 Hz, 6000 Hz und 11500 Hz.



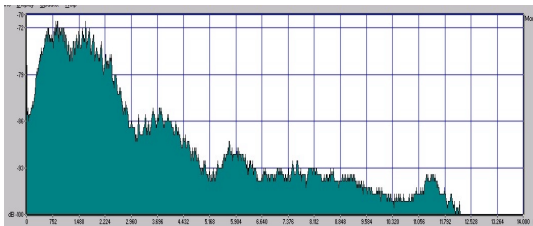
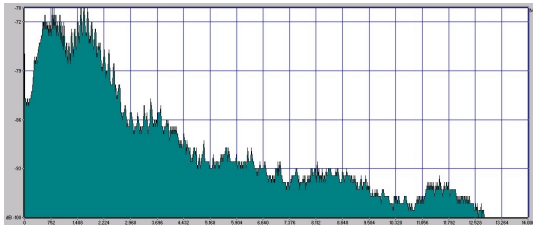
Einzig erkennbarer Unterschied ist, daß bei der verplatinieren Flöte das Nebenmaximum bei geringfügig 6 kHz schwächer ausgeprägt ist.



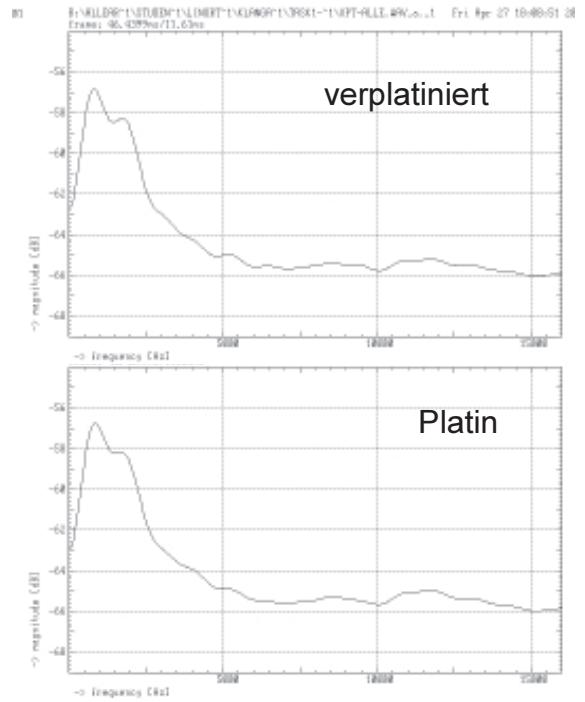
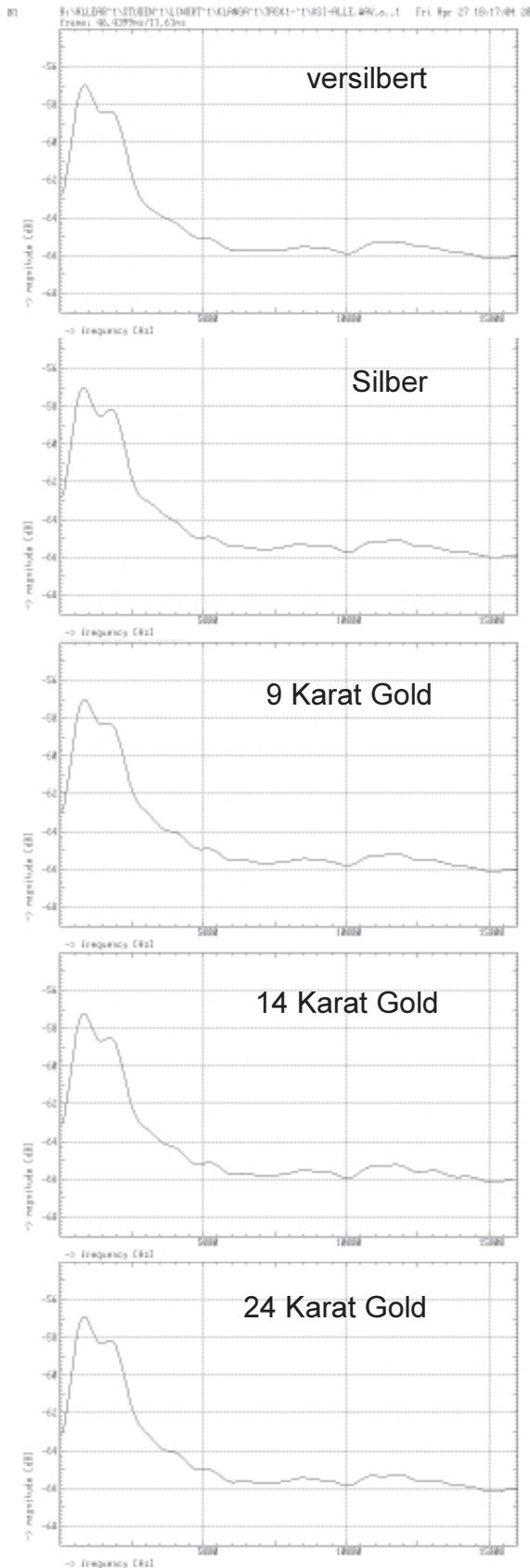
Errechnete Spektren für andere Spieler zeigten zwar andere Maxima und Minima im Spektrum, allerdings war der Unterschied zwischen den einzelnen Flöten genauso wenig wie nicht vorhanden, wie in dem hier gezeigten Beispiel.



Eine weitere Methode, klangliche Unterschiede zwischen den einzelnen Instrumenten herauszufinden, war, ein gemitteltetes Spektrum aller Spieler mit der "versilberten Flöte", der "Silberflöte", der 9 Karat Goldflöte" usw. zu berechnen. Dabei heben sich die Einflüsse der Spieler auf, da sie ja bei allen Instrumenten gleichermaßen enthalten sind. Nur die durch das Instrument verursachten Unterschiede im Klang werden im Spektrum deutlich.



Auf der nächsten Seite sind diese Spektren für die 7 Instrumente (über alle Spieler) einzeln dargestellt. Der besseren Übersicht halber wurde die Darstellungsform eines Cepstrum mit 40 Koeffizienten gewählt. Das ist im wesentlichen ein "geglättetes" Klangspektrum bei dem die kleinsten Spitzen weggelassen werden und somit der Trend und die Schwerpunkte im Spektrum besser zur Geltung kommen.



Vergleicht man die nebenstehenden Spektren, so zeigen sich folgende Unterschiede:

1. Im Bereich des ersten und zweiten Obertones sind:

"versilbert",
 "9 Karat" und
 "Platin"

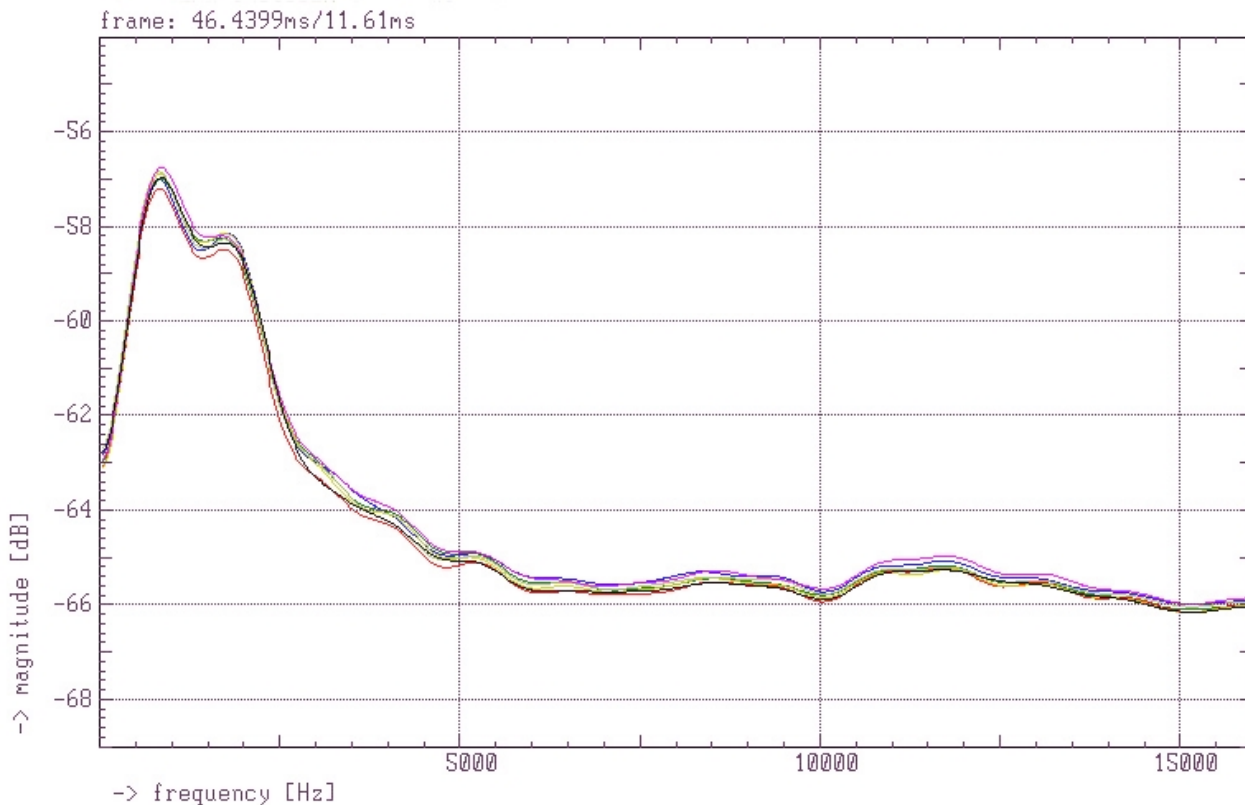
sehr ähnlich.

"Silber",
 "14 Karat",
 "24 Karat" und
 "verplatinert"

bilden eine andere Gruppe mit Ähnlichkeiten im Spektrum.

2. Im Bereich von 4 kHz bis 5 kHz. Hier können individuelle, geringfügige- vom Material verursachte Abweichungen- festgestellt werden.

Bei einem direkten Hörvergleich (mit 7 Personen- Profiflötisten und Mitarbeiter des IWK) von je einem Ton des tiefen, mittleren und hohen Register konnten diese Unterschiede aber nicht erkannt werden.



In dieser Abbildung wurden die 7 Spektren der vorigen Seite übereinander gelegt. Daraus ist ersichtlich, daß es über den gesamten Frequenzbereich ein fast konstant breites Band von maximal 0.5 dB gibt, innerhalb dessen sich die Unterschiede im Klang abspielen. Amplitudenunterschiede innerhalb des Spektrums von kleiner als 0.5 dB sind unhörbar.

Aus all den Untersuchungen muß daher geschlossen werden, daß es geringfügig meßbare, vom Material abhängige Klangunterschiede gibt, diese aber für den Zuhörer nicht wahrnehmbar sind!

Anmerkung:

Was mit diesen Untersuchungen nicht belegt werden kann, ist die psychologische Komponente. Es ist denkbar, daß dieses oder jenes Material sich für bestimmte Spieler einfach "besser" anfühlt.

Eine weitere Komponente ist in diesen Untersuchungen ebenfalls nicht erfaßt: Musiker haben eine ganz konkrete Vorstellung von dem Klang, den sie erzeugen wollen und versuchen daher immer -egal mit welchem Instrument- diesen auch zu realisieren. Es könnte daher sein, daß dieser Idealklang mit dem einen oder anderen Instrument für den jeweiligen Musiker einfacher, leichter oder auch schwieriger zu realisieren ist. Der Zuhörer nimmt aber nur das Endprodukt, das in jedem der Fälle gleich ist, wahr. Dadurch lassen sich möglicherweise Präferenzen für ein bestimmtes Material erklären.

Es konnten nicht einmal die Musiker, die bei den Klängaufnahmen selbst gespielt haben, die Flöten den Klängen einigermaßen richtig zuordnen (weder bei den Aufnahmen der anderen Spieler noch bei den von ihnen selbst gespielten Tönen).

5 Umfrage und Hörtests

5.1 Umfrage an alle Flötisten im Raum Wien

Noch nie gab es eine derartige Auswahl an Querflöten im Bezug auf das Material, vor allem aber gab es noch nie Querflöten, für die man fast eine Million Schillinge zahlen muß. Die Instrumente werden durch die Verwendung der edelsten Metalle immer teurer. Jetzt stellt sich allmählich die Frage. Je teurer, desto besser??

Meine Umfrage richtete sich nicht nur an alle Flötenstudenten des Konservatoriums und der Universität für Musik in Wien, sondern auch an alle professionellen Orchestermusiker in Wien (Wr. Philharmoniker, Wr. Symphoniker, Volksoper, Bühnenorchester, RSO-Wien, NÖ. Tonkünstlerorchester, Vereinigte Bühnen). Sie sollen Auskunft geben über ihr Instrument und ihre Vorlieben, was das Material des Instrumentes betrifft. Sinn der Umfrage war es, herauszufinden, auf welchen Instrumenten hauptsächlich gespielt wird, bzw. zu erfahren, warum sich die einzelnen Musiker für dieses oder jenes Material entschieden haben.

Da die Preisspanne der Instrumente, die von Studenten und Berufsmusikern gespielt werden, von ca. 30.000 öS bis eine Million öS liegt (man kann Flöten ab 8.000 Schilling kaufen), drängt sich sehr wohl die Frage auf, ob die Instrumente auch in ihrer Klangqualität dem Preis angemessene Unterschiede aufweisen, oder ob vielleicht der Besitz einer Platin- oder 24 Karat Goldflöte nur Repräsentationszwecken bzw. dem Prestige dient und vergleichbar dem Besitz einer Glasflöte im Jahre 1806 ist.

Abgesehen von der Befragung über: welche Materialien bevorzugt gespielt werden und aus welchen Gründen sich die Flötisten für dieses oder jenes Material entschieden haben, ist auch interessant zu erfahren, welche Flötenmarken hauptsächlich gespielt werden. Daß die Tendenz besteht, daß Berufsmusiker eher auf teureren, also Gold- und Platinflöten spielen, ist außer Zweifel. Ihre Beweggründe, sich eine teurere Flöte zu kaufen, waren sehr wohl jene, die den Klang betreffen.

Auswertung der 111 Antworten nach Material

Alle Aussagen der Befragten über ihre Flöte, bezüglich Gründe für den Kauf des Instrumentes und Klangbeschreibung sind nachstehend aufgelistet.

Die am häufigsten genannten Angaben der Befragten sind unterstrichen bzw. kursiv hervorgehoben

Versilbert: 9

Neusilberflöte: 2

Rohr: versilbert, Kopf Vollsilber: 7

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 2

Yamaha: 3

Pearl: 1

Sankyo: 2

Trevor J. James: 1

| Versilbert | Anzahl |
|-----------------------|---------------|
| Berufs-musiker | 0 |
| Studierende | 8 |
| Amateure | 1 |
| Summe | 9 |

Gründe für das Instrument: Preis/ Geschenk/ *vom Lehrer empfohlen/* preisgünstig, gute Ansprache, schöner Klang/ Preis- Leistungsverhältnis ok. /Klang gefiel mir gut/ guter Preis/ weil Muramatsu den schönsten und weichsten Klang hat.

Klangbeschreibung: *schöner Klang/* nicht sehr fein/ Tiefe klingt gut/ *klare Ansprache,* etwas scharf, Ton im forte schrill/ hell, weich, **Klangvolumen ausbaubar/ klar,** rein, etwas beruhigendes/ zu hell/ hell/ sonorer Ton, in der Mittellage etwas zu klein.

Holz: 2

Rohr: Grenadill, Mechanik Silber: 2

Erzeuger/ Firma:

Mehnert: 2

| Holz | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 2 |
| Studierende | 0 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 2 |

Gründe für das Instrument: hab viel gewechselt, bin zum Klangbild meiner Studienzeit zurückgekehrt, fühl mich wohl, Intonation nicht hundertprozentig/ klanglich und spieltechnisch optimal.

Klangbeschreibung: großer, weicher, **klangvoller Ton,** nicht laut, obertonreich, speziell Mittellage überdurchschnittlich schön/ rund, ausgeglichen, weich, trägt gut, Farbe.

Silber: 65

Rohr Silber, Mechanik versilbert: 1

Vollsilber: 48

Rohr Silber, Mechanik Silber, Kopf Platin: 2

Rohr Silber, Mechanik Silber, Kopf Platin, Mundplatte und Krone 18 Karat Gold: 1

Rohr Silber, Mundplatte 14 Karat Gold: 7

Rohr Silber, Kopf 5 Karat Gold: 2

Rohr Silber, Kopf 14 Karat Gold: 2

Rohr Silber, Kopf Weißgold:1

Silberrohr innen mit Gold beschichtet (Auromite): 1

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 23

Sankyo: 12

Johannes Hammig: 10

Bernhard Hammig: 1

Miazawa: 2

Altus: 3

Gemeinhardt: 1

| Silber | Anzahl |
|---------------|-----------|
| Berufsmusiker | 21 |
| Studierende | 44 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 65 |

Mateki: 3

Yamaha: 2

Haynes: 2

Mehnert: 2

Powell: 2

Nagahara (Boston): 2

Gründe für das Instrument: am Besten gefallen, entspricht meiner Klangvorstellung und liegt mir/ Empfehlung des Lehrers/ Verwirklichung der eigenen Klangvorstellung, gutes Handwerk/ gute Ansprache und Intonation/ gutes Preis- Leistungsverhältnis, Empfehlung des Lehrers, Klang hat mir gefallen/ Klang gut/ aus klanglichen Gründen/ aus klanglichen Gründen/ Lehrerempfehlung/ Lehrerempfehlung/ Lehrerempfehlung/ war für mich damals das Beste/ Lehrerempfehlung/ für mich ideal/ spricht gut an, schöner Klang/ Klang gefiel mir gut, finanziell war ich begrenzt/ gutes Preis- Leistungsverhältnis, für meinen damaligen Ausbildungsstand optimal/ Flöte nimmt viel Luft auf, gute Crescendo- Möglichkeiten/ gutes Preis- Leistungsverhältnis/ Klangfarbe, Ansprache gut, große dynamische Spannweite/ vom ersten Ton an gefallen/ gutes Preis- Leistungsverhältnis/ Gutes Preis- Leistungsverhältnis/ Empfehlung des damaligen Lehrers/ Klang hat mir gefallen/ Klang gut/ Klang hat mir gefallen/ bester Klang, gute Intonation/ gutes Preis- Leistungsverhältnis/ Empfehlung des Lehrers/ war Wettbewerbssieger im Flöten- test/ Klang gefiel/ Klang, Kosten ok. / gute Qualität, Klangfarbe gefällt mir/ Empfehlung und viel ausprobiert/ Ton hat mich überzeugt, weicher Klang, Mechanik gut, liegt gut in der Hand/ Qualität und Klang gut/ neue Flöte, offene Klappen, schöner Klang/ hab eine Flöte gebraucht, klanglich am besten zu mir gepaßt/ Lehrerempfehlung/ Lehrerempfehlung, klangliche Gründe/ damals für mich das Beste/ Umstieg von einer Schülerflöte auf ein besseres Instrument/ für mich zur damaligen Zeit am brauchbarsten/ ist ein professionelles Instrument, klangliche Gründe/ damals für mich das Beste/ Lehrerempfehlung, meine Erfahrungen damit sind sehr gut/ am Besten gefallen/ Lehrerempfehlung/ Lehrerempfehlung/ ist das richtige Instrument für mich/ liegt gut in der Hand, Mechanik leicht/ guter klang, Preis, war eine persönl. Anfertigung/ weil ich machen kann, was ich will/ Beeinflußung durch Kollegen/ gute Mechanik/ klangl. Gründe.

Klangeigenschaften: hell, tragend, aufgehender Ton, in der Nähe nicht so laut wie in der Ferne/ weicher Klang, gute Mischfähigkeit/ heller als Goldflöten/ neutral, nicht zu hell- nicht zu dunkel/ weich, viele Klangfarben möglich/ Klang schön/ mit Goldkopf für mich der beste Klang, trägt sehr, weich obertonreich/ ist traditionell, silbrig und klar/ warm, breit, nicht scharf, rund/ weicher silbriger Klang/ voluminöser Ton sowohl im oberen, als auch im unteren Bereich, rund/ weiche Tiefe, gute Intonation/ heller Klang/ kernig in der Tiefe, samtig in der Mittellage, silbrig in der Höhe/ nicht schrill, nicht scharf/ reiner, direkter Klang, etwas beschränkt in der Offenheit des Klanges/ silbriger Ton, leichte Ansprache/ Hell/ voller Klang, leichte Ansprache/ hell, silbrig/ hell, warm, offen/ warm und brilliant/ große Farbpalette, tragfähig/ tragfähig/ dunkler Klang/ keine besonderen Klangeigenschaften/ hell/ dunkel, weich/ dunkel und kräftig/ warm, flexibel/ einfach schön, tragend/ farbig, weich, breiter Klang/ voll, groß, direkt/ Klang gut/ silbrig/ trägt gut, farbenreich/ in der Höhe strahlend und brilliant, satter Klang in der Tiefe/ weicher, geschmeidiger, aber „power“- Klang/ offen/ groß, weich/ weich, samtig/ laute Tiefe, obertonarme Mittellage, direkte Ansprache, erschwertes Pianissimospiel/ weicher, schöner, silbriger Klang, viele Möglichkeiten/ vielleicht zu scharf, nicht so warm wie Gold/ glänzend, hell/ Material spielt für mich wenig Rolle, Klang muß nicht vom Material abhängen/ hell, warm/ große Klangvielfalt, gute Tragfähigkeit/ klingt voll, weich, schön, zart/ glänzend/ klingt besonders schön, strahlende Höhe/ samtig dreidimensional/ hell, zeichnet gut/ klingt hell/ strahlend, sphärisch, warm, direkt/ weich, schöne Tiefe, glänzend, silbrig/ obertonreich, etwas scharf, großes Tonvolumen/ schöner Klang/ rund.

5 Karat Gold: 5

Rohr, Mechanik und Kopf 5 Karat: 3

Korpus 5 Karat, Kopf: 14 Karat: 1

Korpus 5 Karat, Mechanik Silber: 1

Erzeuger/ Firma:

Sankyo: 5

| Gold 5 K | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 1 |
| Studierende | 4 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 5 |

Gründe für das Instrument: gute Intonation/ klangl. Gründe.

Klangbeschreibung: voller, *weicher Klang*/stark, warm, durchsichtig/ warm, weich, trotzdem Kern im Ton.

9 Karat: 6

Rohr 9 Karat, Mechanik Silber: 4

Rohr 9 Karat, Kopf 14 Karat, Mechanik Silber: 1

Rohr 9 Karat, Mundplatte und Mechanik Silber: 1

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 4

Mehnert: 1

Brenon Cooper: 1

| Gold 9 K | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 6 |
| Studierende | 0 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 6 |

Gründe für dieses Instrument: beim Flötenfestival in Frankfurt darauf aufmerksam geworden, gute Intonation, wegen der „Cooper Scala“/ klanglich am besten gefallen, guter Preis/ entspricht meiner Klangvorstellung, *Kompromiß zwischen Silber und 14 Karat Goldflöte*, hat von beiden etwas/ viel probiert, das für mich Beste ausgesucht, auf Anhieb gefallen, gut in der Hand, v. a. Klang hat mir zugesagt/ macht meinen Klang brillanter als eine Silberflöte/ *Kompromiß zwischen Silber und Gold*.

Klangbeschreibung: Zwischenlösung zum dunklen 14 Karat und dem hellen Silberklang/ rund, warm, *weich*, mollig/ Farbenvielfalt, *Weichheit im Ton*, Nachteile: kühlt schnell aus, Einschwingvorgang dauert länger/ Formbarkeit, Wärme, Flexibilität, Kraft/ brilliant, trotzdem Fülle/ *weich*, brilliant, viele Farben möglich.

14 Karat: 15

Rohr, Mechanik und Kopf 14 Karat: 5

Rohr 14 Karat, Mechanik Silber: 6

Rohr 14 Karat, Mechanik Silber vergoldet: 4

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 14

Yamaha: 1

| Gold 14 K | Anzahl |
|---------------|-----------|
| Berufsmusiker | 14 |
| Studierende | 1 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 15 |

Gründe für dieses Instrument: günstige Gelegenheit/ leicht zum Anblasen, klangl. Sympathie, hell/ Klangqualität, Intonationssicherheit/ hat mir am Besten gefallen/ das Beste für mich/ war einer der ersten mit Goldflöte 1989/ gefiel mir am Besten- mehr Karat wären mir zu dunkel und massiv/ hat sich einfach so ergeben/ entspricht am ehesten meiner Klangvorstellung/ best ausge-reifte Mechanik/gutes Spielgefühl/ klangliche Gründe.

Klangbeschreibung: sehr voller und *tragfähiger Ton/ heller Klang*, voller Ton gut schwin-gend, trägt gut/ *tragfähig, warmer Klang*/ klingt am offensten von allen Goldflöten, *klings warm*, aber nicht zu dunkel/ weicher, dunkler Ton/ *gegenüber Silber weicher und voller im Klang*, mehr Dynamik möglich, man muß aber im Gegensatz zu Silber genauer intonieren, Silber geht grundsätzlich leichter/ hell, schlank, angenehm am Ohr, mit Gold kommt man im Orchester leichter durch, ohne forcieren zu müssen, man kann viel Vertrauen in das Instrument haben/ *viele Klangfarben möglich*, großes Dynamikspektrum, im fortissimo rund und nicht scharf/ Wärme, Vielfalt von hell bis dunkel/ *weicher, warmer, farbenreicher Klang*/ schwingungs-freudiges Material, weicher, runder und voller Ton/ Kompromiß zwischen Silber und Gold, *tragfähig/ warm* und schön, trägt in riesigen Sälen/ *tragfähig* (im Vergleich zur Silberflöte), weniger Grenzen als bei der Silberflöte, was das Volumen betrifft.

Verplatinert: 3

Silberrohr, verplatinert: 3

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 3

| Verplatinert | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 1 |
| Studierende | 2 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 3 |

Gründe für dieses Instrument: aus klanglichen Gründen/ spricht gut an, große dynamische Unterschiede möglich, Firma paßt zu eigener Spielweise/ ergänzt meinen Klang.

Klangbeschreibung: liegt zwischen Silber und Gold, heller und klarer als Gold und größere Klangfülle bzw. *tragfähiger als Silber/ dichter Klang, tragfähiger Ton, guter Klang in allen Regi- stern/ hell und kompakt*.

18 Karat: 2

Korpus 18 Karat, Mechanik Silber: 2

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 1

Sankyo: 1

| Gold 18 K | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 2 |
| Studierende | 0 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 2 |

Gründe für dieses Instrument: am Besten gefallen, Klang entspricht der Vorstellung.

Klangbeschreibung: trägt gut, *goldiger Klang*, kommt im Orchester gut durch.

24 Karat: 3

Korpus 24 Karat, Mechanik 14 Karat: 2

Korpus 24 Karat, Mechanik 5 Karat: 1

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 2

Sankyo: 1

| Gold 24 K | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 3 |
| Studierende | 0 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 3 |

Gründe für dieses Instrument: viele Klangfarben, Flexibilität, Tragfähigkeit/ nach vielem Testen für mich das Beste.

Klangbeschreibung: viele Farben, tragfähig/ weich, trotzdem strahlend, groß im Ton- v. a. in großen Sälen.

Platin: 1

Korpus Platin, Mechanik 14 Karat verplatinert

Erzeuger/ Firma:

Muramatsu: 1

| Platin | Anzahl |
|---------------|----------|
| Berufsmusiker | 1 |
| Studierende | 0 |
| Amateure | 0 |
| Summe | 1 |

Gründe für dieses Instrument: Da dieses Instrument zuhause war und es sehr gut zu mir paßt.

Klangbeschreibung: Klarer Ton, für mich leichter als die 14K Flöte (obwohl diese mehr Farben hätte), bei Platin muß man sich mehr um die Farben bemühen, für mich klanglich am Besten.

Auswertung Material

Diese beiden Auswertungen (Abb. 5/1a und 5/1b) zeigen, daß Flöten aus Silber mit Abstand am häufigsten gespielt werden. Offensichtlich ist die 14K-Goldflöte die beliebteste Flöte aus Gold.

| Material bei Querflöten | Anzahl |
|-------------------------|--------|
| Silber | 65 |
| Gold 14 K | 15 |
| Versilbert | 9 |
| Gold 9 K | 6 |
| Gold 5 K | 5 |
| Gold 24 K | 3 |
| Verplatinert | 3 |
| Gold 18 K | 2 |
| Holz | 2 |
| Platin | 1 |
| Summe | 111 |

Abb. 5/1a Tabelle: Bestand an Querflöten nach Material geordnet

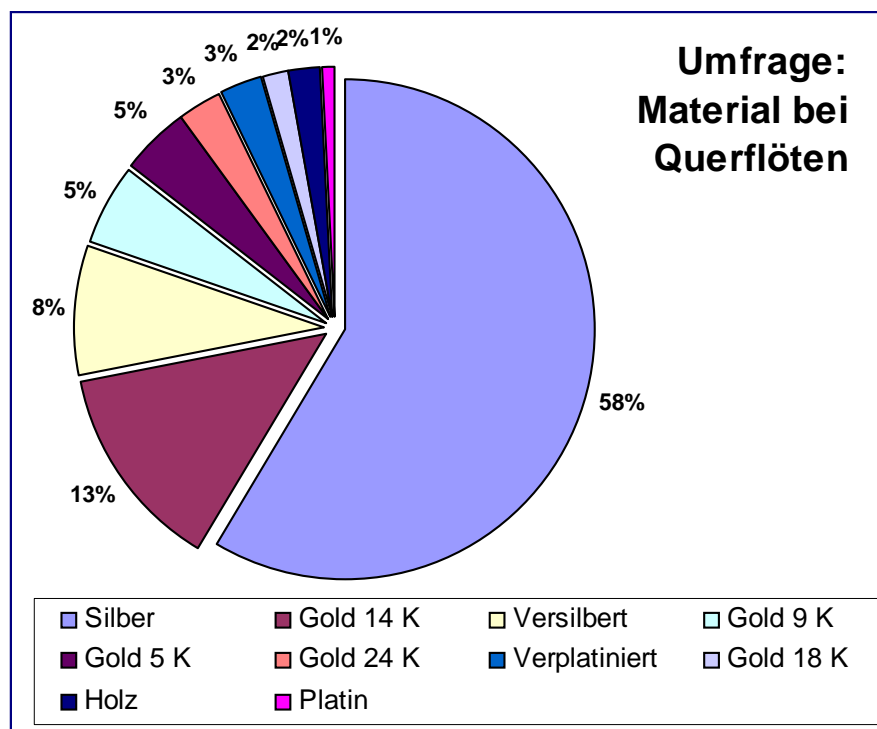


Abb. 5/1b Umfrage: Bestand an Querflöten in Wien (i. Bezug auf das Material)

Nachstehende Tabelle zeigt noch einmal, welche Instrumente hauptsächlich gespielt werden. Interessant ist hier aber zu sehen, welches Material von Berufsmusikern, Studierenden und Amateuren bevorzugt wird. Die Silberflöte ist die beliebteste bei Studenten, aber auch Berufsmusiker schwören auf den Klang der klassischen Silberflöte. Generell ist festzustellen, daß jene die sich zum Studium entscheiden und ein erstes professionelles Instrument brauchen zu einer Silberflöte greifen, die sie zum Großteil auch vom Lehrer empfohlen bekommen. Siehe Gründe für das Instrument in den Seiten davor. Die Goldflöten werden hauptsächlich von bereits engagierten Berufsmusikern gespielt. Die Gründe hierfür sind wiederum in den Seiten vorher zu lesen.

| | Berufsmusiker | Studierende | Amateure |
|---------------------|---------------|-------------|----------|
| Silber | 21 | 44 | 0 |
| Gold 14 K | 14 | 1 | 0 |
| Versilbert | 0 | 8 | 1 |
| Gold 9 K | 6 | 0 | 0 |
| Gold 5 K | 1 | 4 | 0 |
| Gold 24 K | 3 | 0 | 0 |
| Verplatinert | 1 | 2 | 0 |
| Gold 18 K | 2 | 0 | 0 |
| Holz | 2 | 0 | 0 |
| Platin | 1 | 0 | 0 |
| Summe | 51 | 59 | 1 |

Abb. 5/1c Tabelle: Bestand an Instrumenten bei Berufsmusikern, Studierenden und Amateuren.

Die Umfrage gab auch Aufschluß darüber, welche Flötenfirmen die beliebtesten sind. Flöten von den japanischen Firmen Muramatsu und Sankyo werden in Wien am häufigsten gespielt. Flötisten älterer Jahrgänge spielen auf Flöten der deutschen Flötenbauer Joh. Hammig und Jochen Mehnert, welche wieder gute und für viele interessante Holzflöten herstellen.

Auswertung nach Flötenfirmen

| | | |
|-----|------------------|------------|
| 1. | Muramatsu | 50 |
| 2. | Sankyo | 21 |
| 3. | Hammig, Johannes | 10 |
| 4. | Yamaha | 6 |
| 5. | Mehnert | 5 |
| 6. | Altus | 3 |
| 7. | Mateki | 3 |
| 8. | Haynes | 2 |
| 9. | Miazawa | 2 |
| 10. | Nagahara | 2 |
| 11. | Powell | 2 |
| 12. | Pearl | 1 |
| 13. | Trevor J. James | 1 |
| 14. | Hammig, Bernhard | 1 |
| 15. | Gemeinhardt | 1 |
| 16. | Brenon Cooper | 1 |
| | Summe | 111 |

Abb. 5/1b Tabelle Bestand an Instrumenten nach Flötenfirmen geordnet

5.2 Hörtest

5.2.1 Zuordnung der Instrumente – (Hörtest Hb)

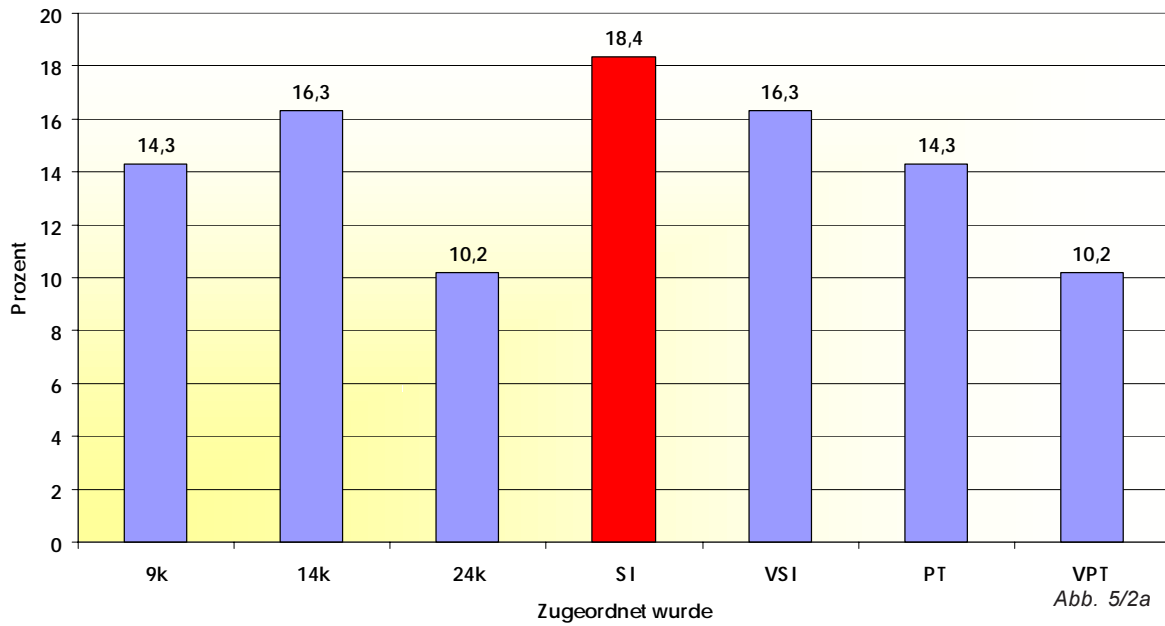
Für den Hörtest Hb wurden die Hörer gebeten, die jeweilige Flöte ihrem Klang nach, dem ihrer Meinung nach richtigen Material zuzuordnen. Die Reihenfolge der Klangbeispiele (also welche Flöte gespielt wurde) war jedesmal eine andere. Doch blieb man zumindest bei einem Spieler um dem möglichen Klangunterschied, der durch den Spieler selbst verursacht wird zu entgehen. D.h. Es wurden immer die Aufnahmen **eines Flötisten mit allen 7 Flöten** (Vergl. Hörtest Hc) hintereinander vorgepielt, dann die des nächsten.

Folgende Tabellen zeigen die statistische Auswertung der Aussagen in dieser Doppelblindstudie. Die Hörbeispiele Brahms und Carmen (siehe Kapitel 3.3 „Das Aufnahmeprogramm“) wurden 15 Versuchspersonen einmal (auf Wunsch auch öfter) vorgespielt. Diese versuchten wie erwähnt nach Klangeindrücken jedem Hörbeispiel eine Flöte zuzuordnen. Die jeweils ersten Graphiken (2a, 3a, 4a etc. bis 9a) zeigen jeweils die Zuordnung in Prozent von beiden Hörbeispielen. (Würde jeder das Material der Flöte erkennen, gäbe es nur den roten Balken beim entsprechendem Material mit 100%.) Die höchste richtige Zuordnung betrug 22% bei der 24K- Flöte, d.h. nur 1/5 wurde maximal richtig zugeordnet. Im Gegensatz dazu ist die höchste Falschzuordnung in einigen Fällen viel höher. Platin wurde von 34% mit der 9K- Flöte verwechselt. Die 14K- Flöte wurde ebenso von einem hohen Prozentanteil, nämlich 32% der Platinflöte zugeordnet. Die verplattinierte Flöte reihten 23% der Hörer zur 24K- Flöte.

Die jeweils untere Abbildung (2b, 3b etc.) zeigt die Zuordnung der Instrumente getrennt nach den Probespielstellen Brahms und Carmen. Tendenziell sind aber die Ergebnisse relativ gleich, d.h. trotz sehr unterschiedlicher Klangbeispiele durch Dynamik und Volumen bei Brahms, Cantabile und Legato bei Carmen, war die Zuordnung zum richtigen Material nicht einfacher. Folgende Abbildungen zeigen also nun die Ergebnisse des Hörtests Hb „Zuordnung der Instrumente“

Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

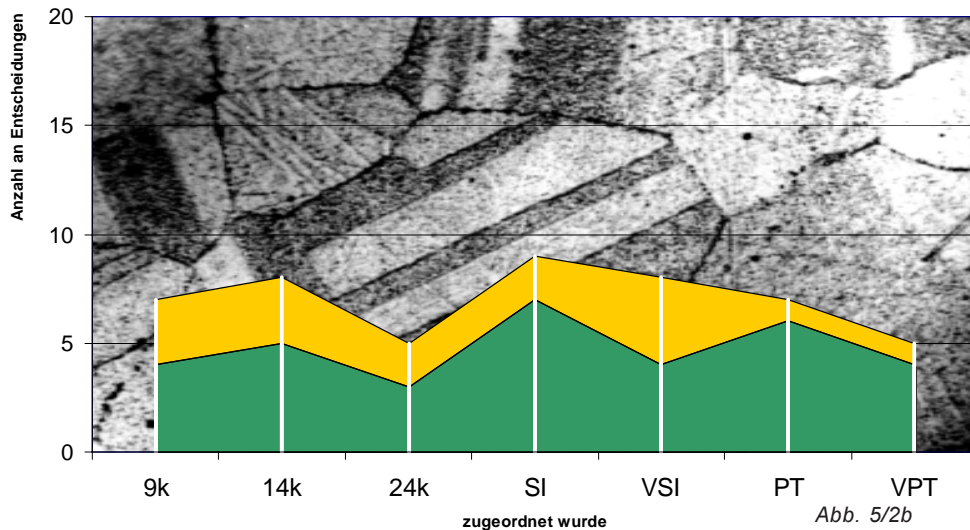
SI



Die Vollsilberflöte wurde zwar vom höchsten Prozentanteil erkannt, doch ist dieser viel zu gering, um von einem eindeutigen Erkennen des Instrumentes zu sprechen. Es ist interessant, daß sie ebenso allen anderen Materialien auffallend oft zugeordnet wurde.

Zuordnung nach Hörbeispiel

■ BRAHMS SI
■ CARMEN SI



Die Hörbeispiele „Brahms“ und „Carmen“ sind tendenziell gleich bei der Zuordnung zum Material. Bei „Brahms“ hielten einige Hörer diese Flöte für versilbert, bei „Carmen“ jedoch nicht.

Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

24k

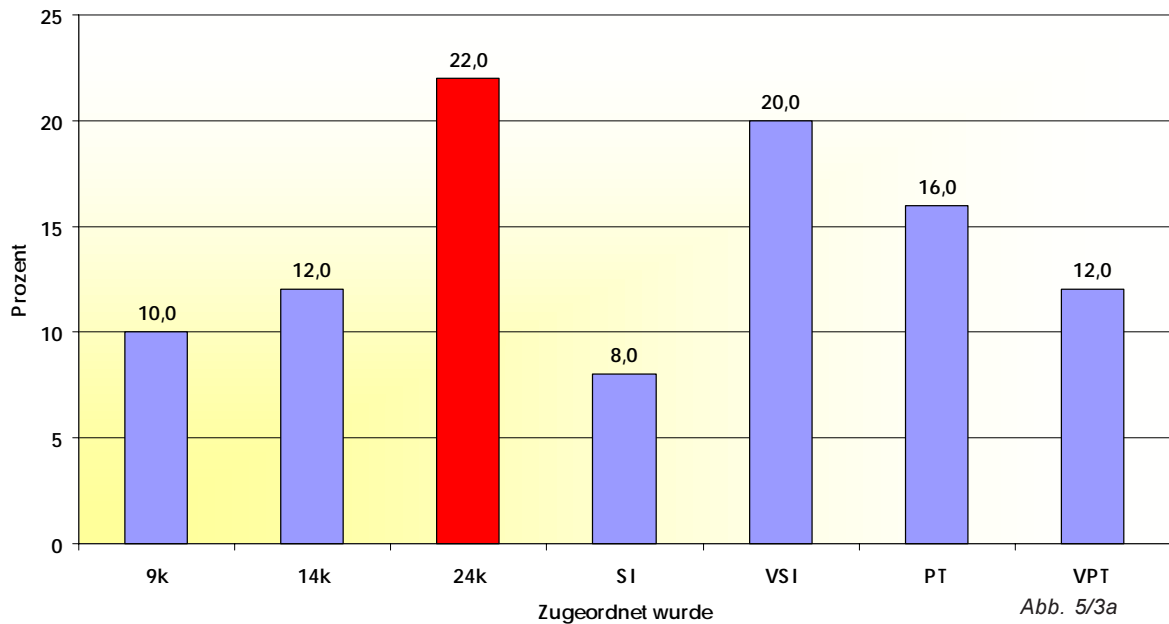


Abb. 5/3a

Die 24-Karat Goldflöte wurde verblüffend oft für die versilberte Flöte gehalten. Diese Verwechslung ist insofern zu beachten, da es sich hier um Instrumente unterschiedlichster Preisklasse handelt (Versilbert: 30.000, 24K: 1.000.000 Schilling). Ein nicht unwesentlicher Teil der Hörer ordneten sie der Platinflöte zu.

Zuordnung nach Hörbeispiel

■ BRAHMS 24k
■ CARMEN 24k

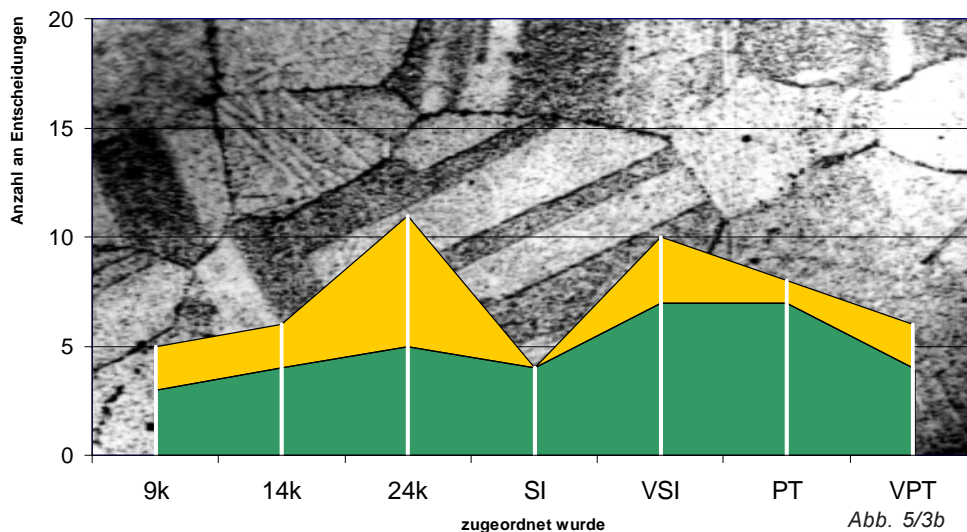
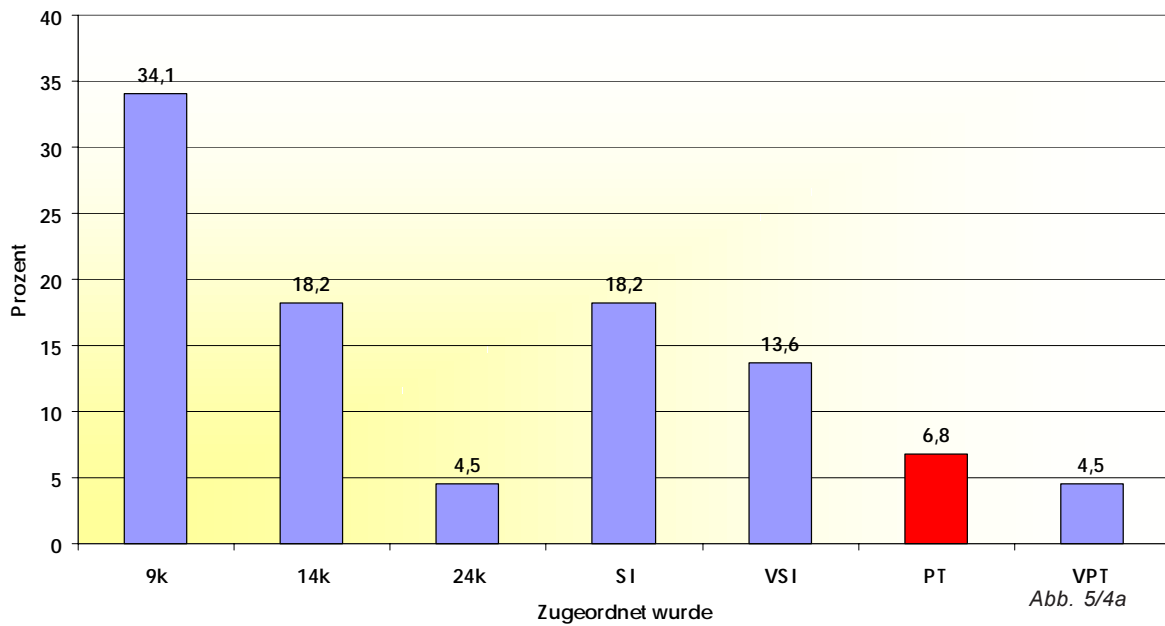


Abb. 5/3b

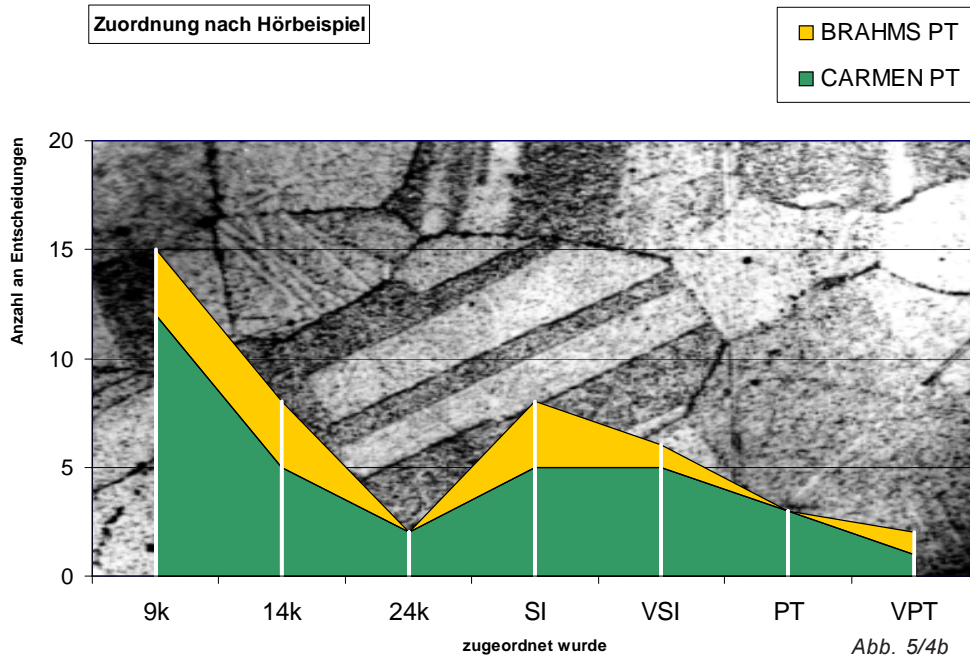
Dieses Ergebnis zeigt, daß durch die unterschiedlichen Probespielstellen die Flöte trotzdem nicht eindeutig zuzuordnen war. Die Flöte wurde bei „Brahms“ für 24 Karat und versilbert gehalten, bei der Carmenstelle ebenso zu versilbert, aber auch zu Platin gereiht,

Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

PT



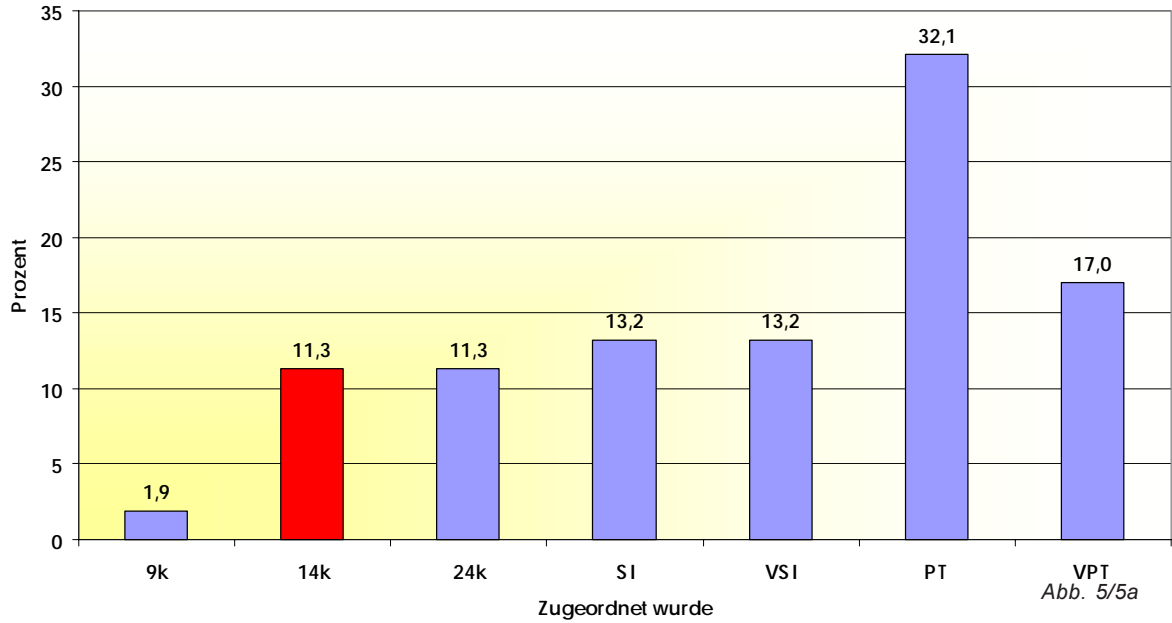
Die Platinflöte wurde zum Großteil nicht erkannt und für die 9 Karat Goldflöte gehalten.



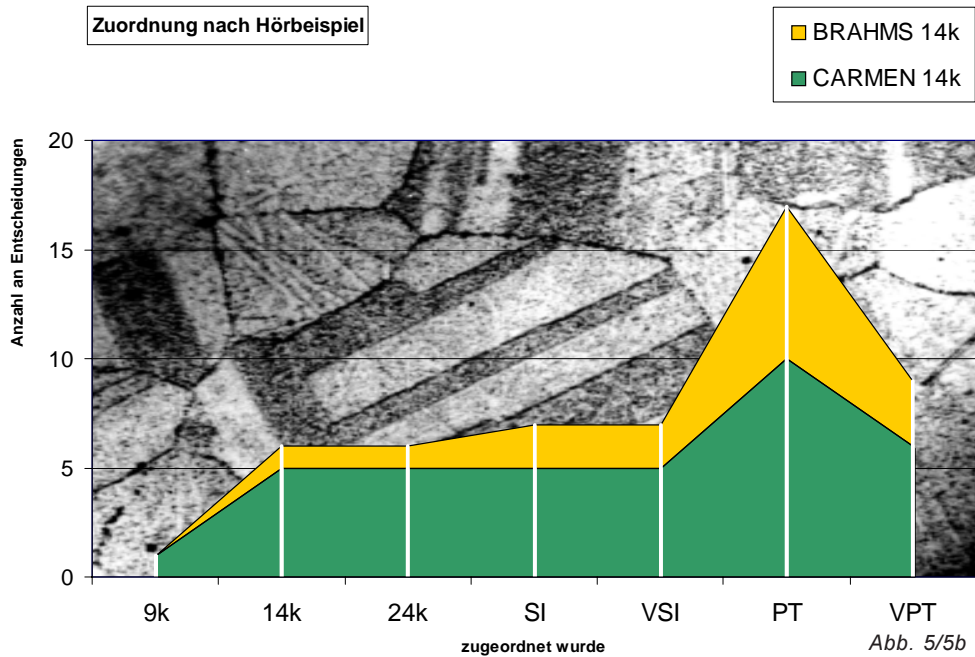
Bei beiden Hörbeispielen war eine Zuordnung zum richtigen Material nicht möglich. vergl. auch das Ergebnis der Auswertung der 9K Flöte. Bei beiden Probespielstellen wurde die Flöte für 9 Karat gehalten.

Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

14k

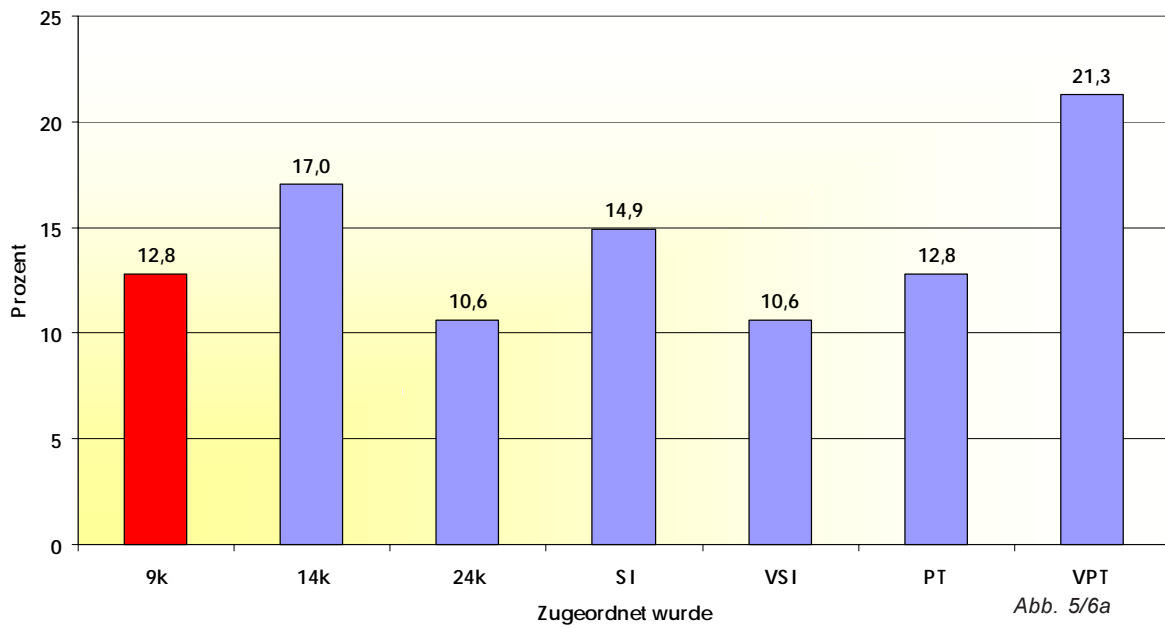


Die 14 Karat Goldflöte hielten die meisten Hörer für die Platinflöte. Auch die anderen Materialien außer 9 Karat wurden oft fast zu gleichen Teilen angekreuzt, was wiederum aussagt, daß sich die Hörer nicht einig waren.

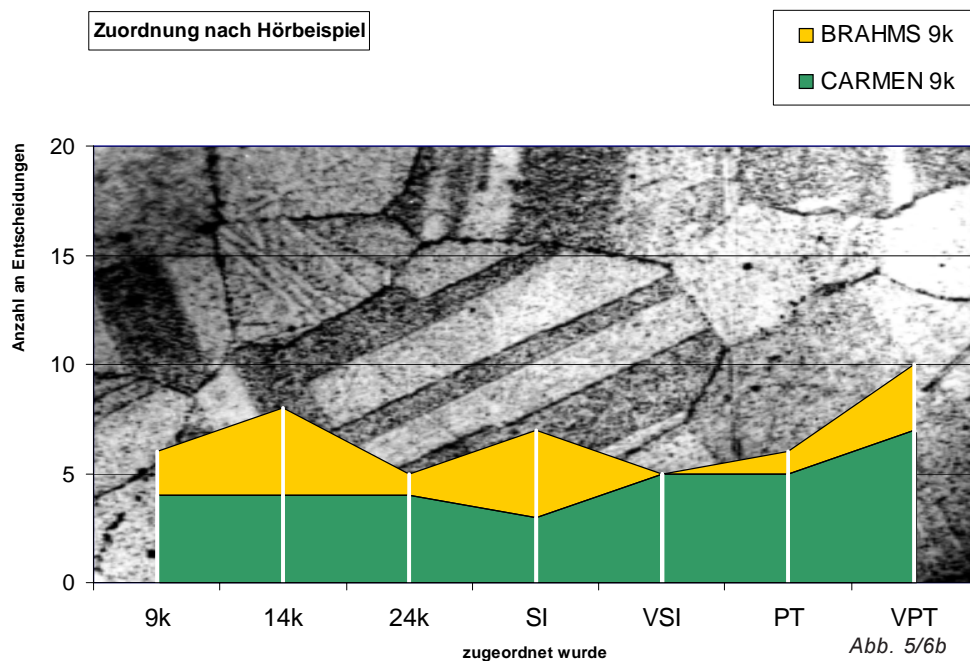


Bei beiden Probespielstellen wurde die Flöte fälschlicherweise Platin zugeordnet.

Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) : 9k



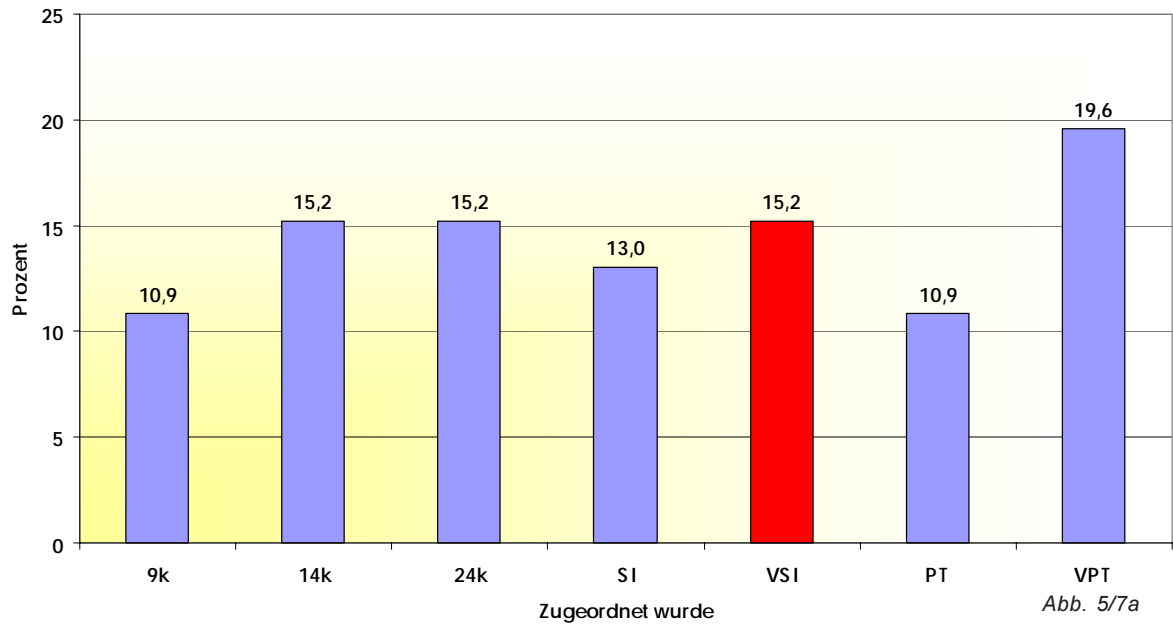
Bei der 9 Karat Flöte ist auffallend, daß sie allen Materialien zu fast gleichen Teilen zugeordnet wurde und für die Hörer keine Merkmale im Bezug auf den Klang herauszuhören waren.



Auffallend ist hier wieder die Uneinigkeit durch die unterschiedlichen Hörbeispiele „Brahms“ und „Carmen“. Bei „Brahms“ wurde sie im Gegensatz zu „Carmen“ noch häufiger zu 14 Karat und Silber zugeteilt.

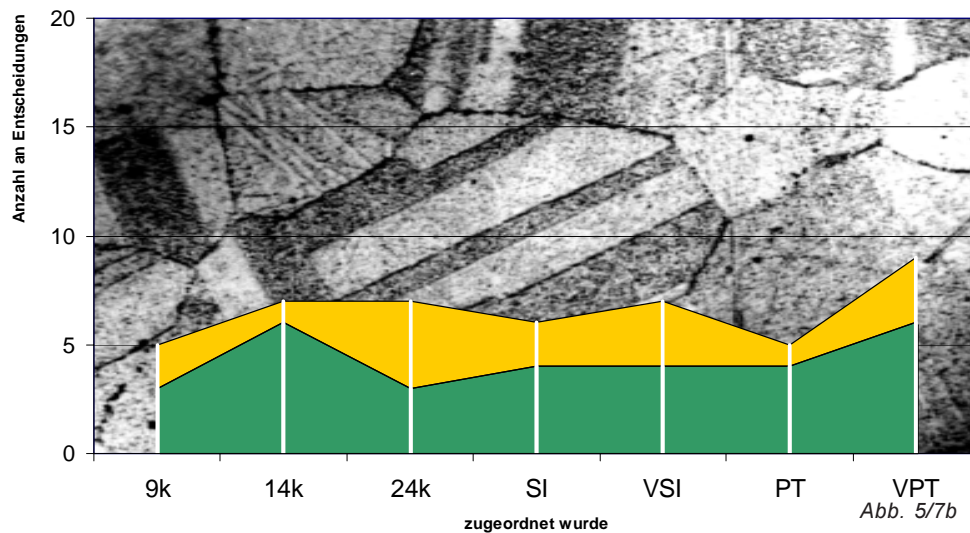
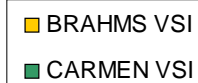
Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

VSI



Ebenso wie die 9 Karat Flöte konnte die versilberte Flöte nicht eindeutig einem Material zugeordnet werden.

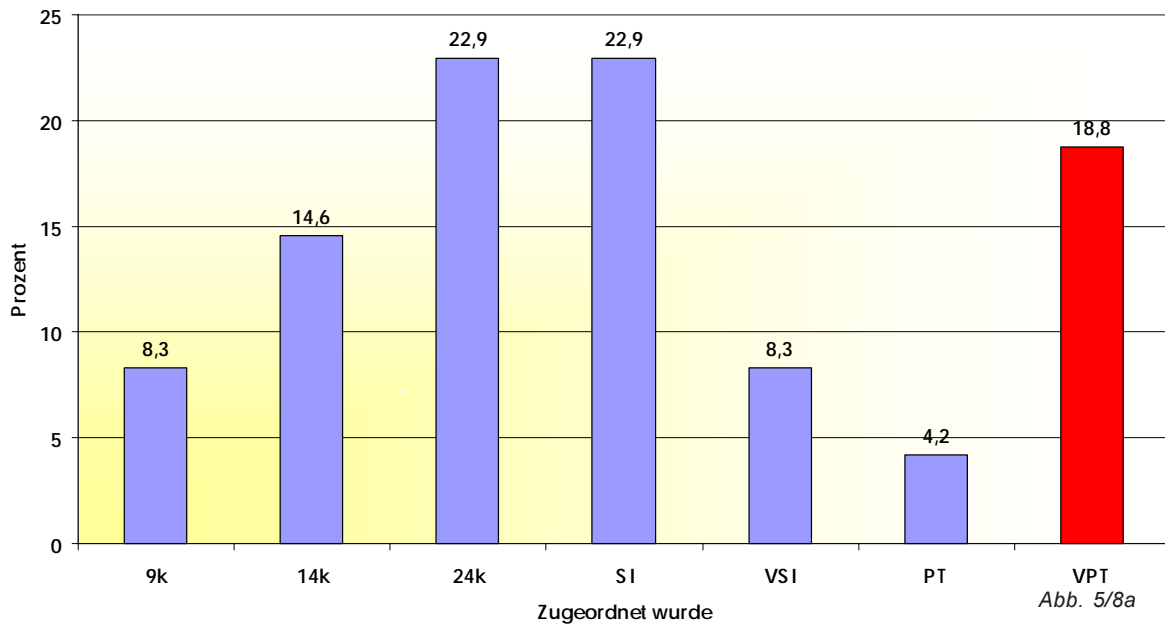
Zuordnung nach Hörbeispiel



Keine der beiden Hörbeispiele veranlaßte die Hörer diese Flöte dem richtigen Material zuzuordnen. Auffallend nur, daß bei „Carmen“ die 24 Karat Flöte nicht so oft in Erwägung gezogen wurde.

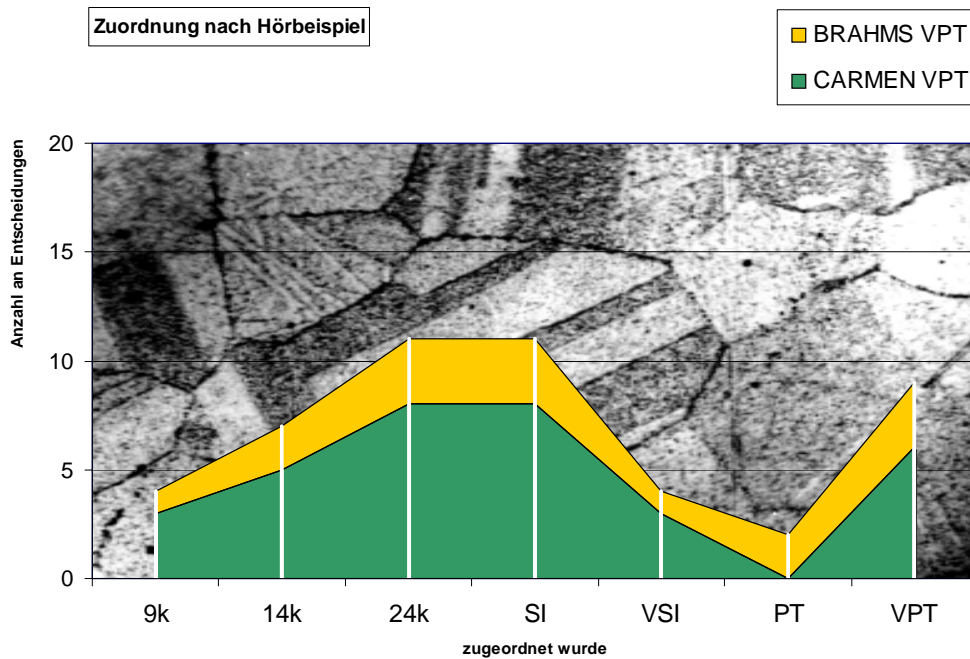
Vorgespielt wurde (Brahms & Carmen) :

VPT



Die verplattinierte Flöte wurde von vielen zu 24 Karat, Silber und richtigerweise auch zu verplattiniert zugeordnet.

Zuordnung nach Hörbeispiel



Hier das einzige Mal, daß zu einer Flöte keine Zuordnung erfolgte. Bei „Carmen“ hielt niemand die verplattinierte Flöte für Platin. Ansonsten gab es wieder kein eindeutiges Ergebnis.

Die größte Falscheinschätzung fand bei den Flöten Platin und 14K Gold statt. 9K Gold, versilbert und verplatinert wurden zwar von mehreren Hörern, aber nicht zum Großteil erkannt.

24K Gold und Silber sind die einzigen Instrumente, die zumindest vom Prozentanteil her von den meisten richtig zugeordnet wurden. Dieser Anteil ist aber viel zu gering, um ein eindeutiges Erkennen herauszulesen.

Abschließend stellt sich die Frage, ob die Hörer überhaupt eine Vorstellung, wie eine Platinflöte oder Silberflöte etc. klingen soll, haben. Tatsache ist, daß die Hörer beim Anhören derart überrascht waren, über die Schwierigkeit der Aufgabe, die Flöten nach ihrem Material zu erkennen.

Dies war weder bei Hörtest Hb, bei dem **alle Flöten von einem Spieler vorgespielt** wurden, noch bei Hörtest Hc möglich. Mit Hörtest Hc, siehe folgendes Kapitel, versuchte man auf anderem Wege zu einem Ergebnis zu kommen.

Hier wurde **immer nur eine Flöte** - mit einem Buchstaben neutral gekennzeichnet - **von mehreren Spielern vorgespielt**. Die Hörer versuchte so die Instrumente zu erkennen.

Es ist daher interessant Hörtest Hb und Hc, sowie die dazugehörigen Klanganalysen (digitale Klangspektren) zu vergleichen.

5.2.2 Auswertung der Klangbeschreibung – (Hörtest Hc)

In einer Doppelblindstudie wurden 15 Flötisten die aufgenommenen Klangbeispiele von CD über Lautsprecher vorgespielt, die von den Testaufnahmen zusammengestellt wurden.

Jeder Flöte wurde ein Buchstabe zugeteilt, welchen weder die Versuchsleiterin noch die anderen Hörer kannten. Die Versuchspersonen, hörten von mehreren Spielern z.B. die Flöte A und mußten in Stichworten den Klang beschreiben, ihn benoten und eventuell erkennen, um welches Material es sich handelt. Hier sind die Klangbeschreibungen aller Hörer zu jeder Flöte aufgelistet.

Flöte A = Silber

Beschreibung des Klanges

Kompakt, obertonreich, viel Nebengeräusch (H1c) ,

etwas dünner Klang, rund und wenig Farbton, hell (H2c)

eher dunkler, schön, weich, ganz ausgewogen (H3c)

weich, warm, etwas zu dünn (H4c)

weich, samtig, bei einem Spieler heller (H5c)

holziger Klang, dünn (nicht bei allen Spielern) , sehr scharf in der Ansprache (H6c)

weich, schmiegsam, beweglich, strahlende Höhe (H7c)

heller Klang (H8c)

hell, resonant, relativ klein (H9c)

nicht sehr kernig, in der Tiefe voller als in der Höhe, weiter Ton (H10c)

sauberer Klang, warm, klein, klingt silbrig (H11c)

weich, rund, eher dunkel (bei Carmen) , scharf und viel Nebengeräusche (bei Brahms) (H12c)

dünn, knallig, wenig schwingend, schlechte Intonation (H13c)

enger Klang, geht in der Höhe nicht gut auf, sehr hell (H14c)

wie Holz, aber nicht klar, tiefe Lage klingt warm, schöner Klang in der hohen Lage

Positiv: kompakt, obertonreich, rund, schön, weich, ausgewogen, samtig, schmiegsam, beweglich, strahlende Höhe, heller Klang, weiter Ton, sauberer Klang, warm, klingt silbrig.

Negativ: viel Nebengeräusche, wenig Farbton, etwas zu dünn, scharf in der Ansprache, klein, nicht sehr kernig, knallig, wenig schwingend, eng, geht in der Höhe nicht gut auf, nicht klar.

Gemeinsame Nennungen: hell, weich, dünn, schöner Klang in der hohen Lage (strahlende Höhe),scharf.

Widersprüchliche Nennungen:

hell- dunkel

geht in der Höhe nicht gut auf- schöner Klang in der hohen Lage

sauberer Klang- viel Nebengeräusche, nicht klar

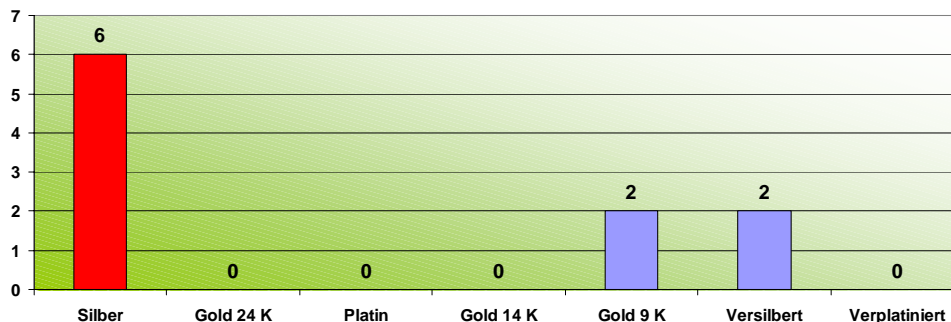
rund- scharf

Benotung des Klanges

Note: (5, 4, 2, 2, 2, 1, 4, 2, 3, 2, 3, 4, 3, 4) Durchschnitt: 2. 92

Materialzuordnung (10 von 15 Hörer haben angekreuzt)

10 Zuordnungen bei Flöte A=Silber



Flöte B = 24 Karat

Beschreibung des Klanges

Dunkler, weniger Nebengeräusch und runder als Flöte A (H1c)

Voller, runder Ton, hell, wenig Obertöne (H2c)

Etwas schwerer und dünner als Flöte A, Höhe schön, hell (H3c)

Heller und dünner als Flöte A (H4c)

Weicher und dunkler als Flöte A, bei Spieler 4 heller (H5c)

Warmer schöner Klang, ausgeglichen, mit Silberfaden (H6c)

Etwas stumpf, wenig strahlend (H7c)

Voller Klang (H8c)

Mehr Nebengeräusche als Flöte A, schöne Höhe (H9c)

In der Höhe heller und enger Klang, Tiefe dumpfer als Höhe, bei einem Spieler Tiefe und Höhe ausgeglichen (H10c)

Klingt scharf, zu direkt, zuviel Blech (H11c)

Bei Brahms runder als Flöte A, heller als A, viel Farbe (H12c)

Schwerer Klang, besser schwingend als A, Intonation besser (H13c)

Warmer Klang, mehr Kern als A (H14c)

Wärmer als A, mehr Intensität, Intonation bei einem Spieler schwierig (H15c)

Positiv: voller runder Klang, in der Höhe schön, warm, ausgeglichen, viel Farbe, schwingt gut, weich.

Negativ: wenig Obertöne, schwer, dünn, stumpf, wenig strahlend, scharf, zu direkt, zuviel Blech.

Gemeinsame Nennungen: hell, rund, warm, schwer.

Widersprüchliche Nennungen:

voll- dünn

rund- scharf

hell- dunkel

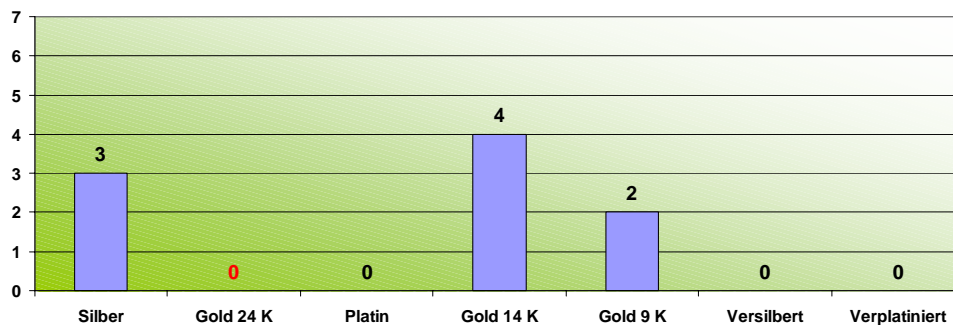
Benotung des Klanges

Note: (2, 3, 3, 1, 3, 1, 3, 3, 4, 2, 2, 1, 3)

Durchschnitt: 2.38

Materialzuordnung (9 von 15 Hörer haben angekreuzt)

9 Zuordnungen bei Flöte B=Gold 24 K



Flöte C = Platin

Beschreibung des Klanges

Härter und direkter als B (H1c)

Voll aber etwas dumpf, sehr hell (H2c)

Voller runder Klang, dunkler als B (H3c)

Obertonarm, hart (H4c)

Relativ dunkel, samtig, dunkler als A und B (H5c)

Laut, groß, bei einem Spieler offener bei einem anderen geschlossener Klang (H6c)

Ähnlich wie Flöte, Mittellage stumpf (H7c)

Süßlich im piano, im Forte nicht schön (H8c)

Wenig Obertöne, dünne Höhe (H9c)

Trägt gut (H10c)

Klingt forciert, gefällt nicht (H11c)

Eher flach, nicht sehr farbenreich, wenig Dynamikbandbreite, nimmt anscheinend viel Luft auf (H12c)

Heller als B, im forte überlastet, eher dünn (H13c)

Dumpf, luftig, in der Höhe scharf, klingt oberflächlich (H14c)

Intensität in jeder Lage (H15c)

Positiv: voller runder Klang, samtig, groß, süßlich im piano, trägt gut, Intensität in jeder Lage.

Negativ: hart, dumpf, nicht schön im forte, dünne Höhe, wenig Obertöne, klingt forciert, flach, nicht sehr farbenreich, wenig Dynamikbandbreite, nimmt viel Luft auf, luftig, scharf in der Höhe, klingt oberflächlich.

Gemeinsame Nennungen: dumpf, dunkel, voll

Widersprüchliche Nennungen:

voll, rund- flach, oberflächlich

dünne, scharfe Höhe- Intensität in allen Lagen

samtig- hart

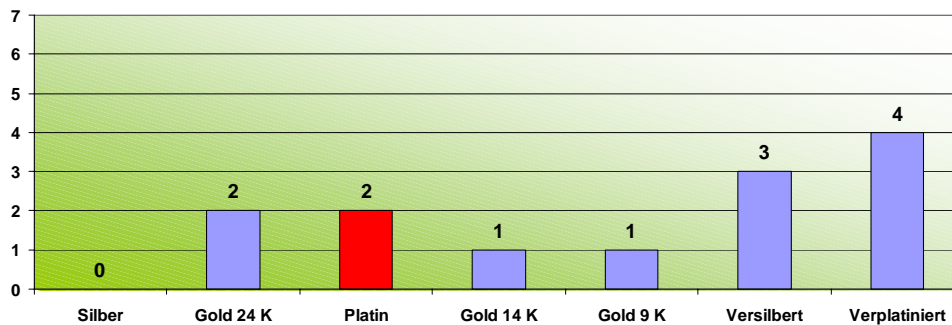
Benotung des Klanges

Note: (4, 2, 1-2, 3, 3, 4, 1, 2-3, 4, 3, 2-3, 1)

Durchschnitt: 2. 6

Materialzuordnung (13 von 15 Hörer haben angekreuzt)

13 Zuordnungen bei Flöte C=Platin



Flöte D = 14 Karat

Beschreibung des Klanges

Direkter als Flöte C, stumpf, bei einem Spieler viel Nebengeräusch (H1c)

Voll und brilliant, super (H2c)

Sehr schön, sehr ausgewogen im Klang, hell, voller als die anderen (H3c)

Schwer, wenig Klang, gute Höhe, stumpf (H4c)

Hell, bei einem Spieler dunkel (H5c)

Nicht brilliant im Klang, eng (H6c)

Dunkel (H7c)

Scharfer Klang in der Höhe, Carmen sehr schön, Mittellage gut (H8c)

Ausgeglichen in den Registern (H9c)

Dunkel; kerniger, intensiver Klang (H10c)

Kleiner Ton, sehr eng (H11c)

Scharf, eher eng (H12c)

Schön (H13c)

Kräftiger Ton, direkt, etwas aufdringlich (H14c)

Schöner als C, weniger Farbmöglichkeiten als C, warm, hell (H15c)

Positiv: voll und brilliant, sehr schön, sehr ausgewogen im Klang, gute Höhe, Mittellage gut, ausgeglichen in den Registern, kerniger und intensiver Klang, kräftiger Ton, warm.

Negativ: stumpf, schwer, wenig Klang, nicht brilliant, eng, in der Höhe scharf, kleiner Ton, eng, etwas aufdringlich.

Gemeinsame Nennungen: hell, schön, eng.

Widersprüchliche Nennungen:

voll und brilliant- stumpf und schwer, nicht brilliant

kerniger, intensiver ausgewogener Klang- wenig Klang, eng, klein im Ton

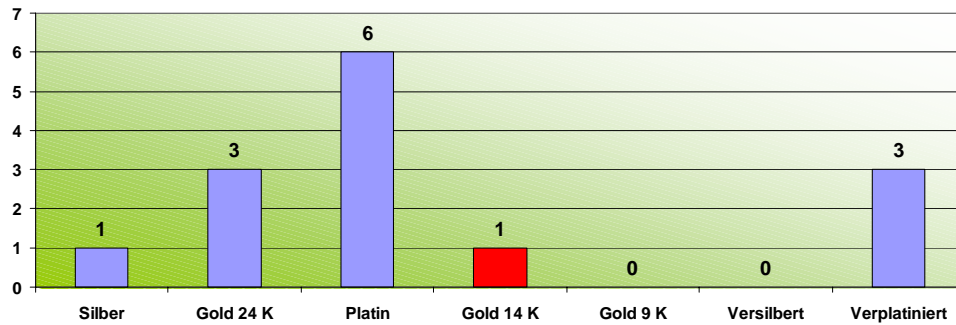
Benotung des Klanges

Note: (5, 3, 2, 3, 1, 4, 3, 2, 3, 4, 2, 1-2)

Durchschnitt: 2. 79

Materialzuordnung (14 von 15 Hörer haben angekreuzt)

14 Zuordnungen bei Flöte D=Gold 14 K



Flöte E = 9 Karat

Beschreibung des Klanges:

Schwer, aber rund (H1c)

Wenig Farbe, weich, hell, gefällt am besten (H2c)

Dünnere als C und D, hell (H3c)

Weich, gut (H4c)

Scharf, hell, viel Volumen (H5c)

Offen, schwingt in allen Lagen, direkt, gebündelter Ton (H6c)

Volle Tiefe, schmale Mittellage, Höhe nicht sehr beweglich (H7c)

Carmen schöner Klang, Brahms sehr ausgeglichen (H8c)

Hell, homogen (H9c)

Volle Tiefe, enge Höhe, trägt nicht gut (H10c)

Warmer angenehmer Klang, bei einem Spieler eng und forciert (H11c)

Rund, eher dunkel, große Dynamikbandbreite (H12c)

Warm, gut schwingend, trägt gut, im forte nicht übersteuert (H13c)

Weich, geschmeidig im piano, im forte etwas überfordert (H14c)

Klingt nach Holz, hohe Lage nicht so hell, nicht so brilliant wie C (H15c)

Positiv: weich, viel Volumen, volle Tiefe, gebündelter Ton, offen, ausgeglichen, homogen, warmer, angenehmer Klang, rund, große Dynamikbandbreite, gut schwingend, trägt gut, weich und geschmeidig im piano, schwingt in allen Lagen.

Negativ: wenig Farbe, scharf, schmale Mittellage, Höhe nicht sehr beweglich, enge Höhe, eng und forciert, im forte etwas überfordert.

Gemeinsame Nennungen: hell, weich, gut schwingend, enge Höhe

Widersprüchliche Nennungen:

homogen, ausgeglichen- schmale Mittellage, enge Höhe

rund- scharf

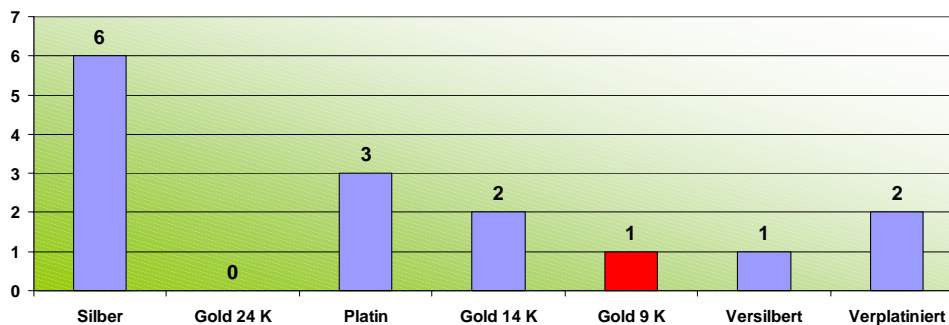
Benotung des Klanges

Note. (2, 2, 1, 1, 4, 1, 3, 3, 3, 2, 2, 2)

Durchschnitt: 2.16

Materialzuordnung (alle 15 Hörer haben angekreuzt)

15 Zuordnungen bei Flöte E=Gold 9 K



Flöte F = Versilbert

Beschreibung des Klanges:

Ähnlich wie E, weniger Widerstand (H1c)

Hohl, dünn (H2c)

Ganz ok. , rund, schwer (H3c)

Weich, guter Ton (H4c)

Ähnlich wie E bei einem Spieler dunkler als E (H5c)

Dunkel, schwerfällig (H6c)

Volle Tiefe (H7c)

Brahms rauher Klang, in der Höhe dünn (H8c)

Mehr Obertöne, rund (H9c)

Trägt nicht (H10c)

Großer Ton, sauber, offen (H11c)

Scharf, nicht sehr farbenreich und schwingungsfreudig (H12c)

Sehr gut im forte, gut schwingend , Klang schwer und dunkel (H13c)

Klar, hell im forte, im piano weich (H14c)

Nicht so viel Farbe, wärmer als E, sehr schön, alles gleich (H15c)

Positiv: rund, weich, guter Ton, volle Tiefe, großer Ton, sauber, offen, gut und hell im forte, gut schwingend, klar, weich im piano.

Negativ: hohl, dünn, schwer, trägt nicht, rauher Klang, scharf, nicht farbenreich und schwingungsfreudig, alles gleich.

Gemeinsame Nennungen: dunkel, schwerfällig, nicht sehr farbenreich

Widersprüchliche Nennungen:

großer Ton- dünn

rund scharf

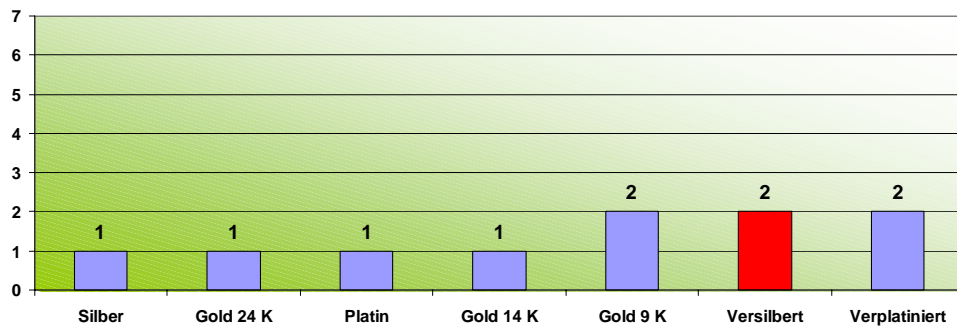
Benotung des Klanges

Note: (3, 3, 2, 3, 2, 5, 2, 4, 1, 4, 2, 1)

Durchschnitt: 2.66

Materialzuordnung (10 von 15 Hörer haben angekreuzt)

10 Zuordnungen bei Flöte F=Versilbert



G = Verplatinert

Beschreibung des Klanges:

Ähnlich wie Flöte E, wenig Nebengeräusche (H1c)

Hohl und dünn (H2c)

Dünn (H3c)

Guter Ton (H4c)

Leicht, hell (H5c)

Sehr dünn, rauscht, direkte Ansprache (H6c)

Am wenigsten hell (H7c)

Dunkler, schöner Klang in der Mittellage, in der Höhe scharf (H8c)

Rauh, wenig ausgeglichen (H9c)

Ausgeglichen (H10c)

Sauber, eng (H11c)

Eher steriler Klang, wenig Farbe, etwas flach (H12c)

Indirekt, dunkel, dünn aber stabil (H13c)

Weich, zuwenig Kern, dumpf, im forte zu luftig (H14c)

Nicht viel Farbe (H15c)

Positiv: wenig Nebengeräusche, guter Ton, leicht, hell, dunkler schöner Klang in der Mittellage, ausgeglichen, sauber.

Negativ: hohl und dünn, rauscht, in der Höhe scharf, rauh, wenig ausgeglichen, eng, steriler Klang, wenig Farbe, etwas flach, zuwenig Kern, dumpf.

Gemeinsame Nennungen: dunkel, dünn, nicht viel Farbe

Widersprüchliche Nennungen:

hell- dumpf

ausgeglichen- wenig ausgeglichen

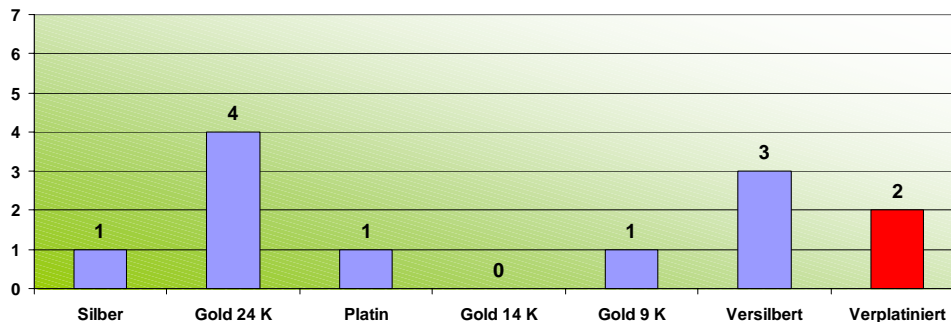
Benotung des Klanges:

Note: (3, 3, 2, 4, 3, 3, 3, 2, 2, 3, 3, 2-3)

Durchschnitt: 2.79

Materialzuordnung (12 von 15 Hörer haben angekreuzt)

12 Zuordnungen bei Flöte G=Verplatinert



Grundsätzlich war es für die Hörer sehr schwierig eine Zuordnung zu einem Material zu vollziehen. Sie konnten lediglich in Form von Benotung, Klangbeschreibung Unterschiede zwischen den Materialien feststellen. In Summe haben die Hörer- außer die Silberflöte- kein Instrument auffallend zu einem Metall zuordnen können. Doch lassen sich Tendenzen herauslesen. Die 24 Karat Goldflöte wurde zum Beispiel von niemandem Platin, verplatinert oder versilbert zugeordnet. Die Platinflöte wurde von vielen Hörern für verplatinert oder versilbert gehalten. Die 14 Karat Goldflöte vermuteten viele für Platin. Die 9 Karat Goldflöte wurde zum Großteil mit Silber verwechselt. Die versilberte Flöte wurde für jede Flöte gehalten; bei jeder Flöte hat zumindest ein Hörer geglaubt, es sei die versilberte Flöte. Verplatinert wurde vom Großteil der 24 Karat Flöte zugeteilt.

Wichtig zu erfahren ist auch, das die jeweiligen Spieler aufgrund der unterschiedlichen Spielweise die Materialzuordnung auch erschweren, was aber eine Bestätigung dafür ist, daß der Spieler eine viel wichtigere Rolle spielt, als das Material. Denn die Hörer konnten sehr wohl die Spieler erraten.

Zusammenfassung der Benotungen im Hörtest

Beim Hörtest konnten sowohl Benotungen abgegeben, als auch + und - Vermerke angegeben werden. Nachfolgende Tabelle, stellt die Benotungen, gereiht und die zusätzlichen Vermerke der Hörer (Plus und Minus) gegenüber.

| Instr. | Note | Vermerke Brahms | Vermerke Carmen |
|--------|------|-----------------|-----------------|
| 9K | 2,16 | ++++ | +++++ - |
| 24K | 2.38 | +++ - - | +++ - - - - |
| PT | 2.6 | + - - - - | ++++ - - - |
| VSI | 2.66 | +++++ - - | +++++ - - - - |
| VPT | 2.79 | +++ - | ++ - - |
| 14K | 2.79 | +++ - - - | ++ |
| SI | 2.92 | + - - | ++ - - - - |

Die Benotungen stammen von Hörtest Hc, die Vermerke von Hörtest Hb.

5.2.3 Gegenüberstellung “Vorurteil” (Ha) und Hörtest-Aussagen (Hc)

Noch bevor die Versuchspersonen die Tonaufnahmen gehört haben, wurden sie über die Klangeigenschaften der Querflöten nach ihrer bisherigen Erfahrung befragt. Sie sollten zu jeder Flöte einige Stichworte schreiben, die den Klang des jeweiligen Materials definieren. Wenn jemand zu einem Material keine Beschreibung hatte, wurde diese ausgelassen. Diese „Vorurteile“ wurden nun den Aussagen nach dem Anhören der Aufnahmen gegenübergestellt.

Meinungsbild „Vorurteilsabfrage“ (Ha)

Versilbert: etwas dünner Klang, leicht, einfach zu spielen, schwingt nicht ganz so schön wie Silber, eher schrille Klangfarbe, „Billigversion“ zur Silberflöte, in der Tiefe stumpf, weniger Qualität als Silber, kleiner weitgestreuter Klang, wenig Farbmöglichkeiten, keine Lautstärke möglichkeit, „flacherer“ Klang als Edelmetallflöten, nimmt nicht so viel Luft auf, knalliger Ton, wenig schwingend und direkt, eher kalt, feiner Ton, nicht sehr tragfähig, klingt eng.

Silber: heller, dünner Klang, sehr angenehm, heller als Gold, helle Farbe, brilliant, natürlicher Klang der Flöte, beweglich, ausgeglichen, spricht leicht an, hell, klar, kleiner Klang, feiner, metallener Farbton, schöner Klang, nicht so farbenreich wie Goldflöten, weich, direkter Klang, klar, nicht so tragfähig wie Gold,

9 Karat: dünner im Klang als die 14 Karat Goldflöte, dem Silberklang am nächsten verwandt, idealer Kompromiß zwischen Silber und Gold, beweglicher runder flexibler Klang, heller als die anderen Goldflöten, Kompromiß zwischen dem weichen Gold- und dem brillanten Silberklang, vielleicht nicht ganz so schwingungsfreudig wie 14 Karat, brilliant, weicher heller Klang,

Zusammenfassung der Aussagen

im Doppelblindhörtest Hc- siehe Kap.5.2.2

Zahlen i. Klammer = Anzahl d. Personen, die diese Klangbeschreibung angaben

Positiv: rund, weich, guter Ton, volle Tiefe, großer Ton, sauber, offen, gut und hell im forte, gut schwingend, klar, weich im piano.

Negativ: hohl, dünn, schwer, trägt nicht, rauher Klang, scharf, nicht farbenreich und schwingungsfreudig, alles gleich.

Neutral: hell im forte(1), dunkel(1)

Meistgenannte Klangbeschreibungen: dunkel, schwerfällig, nicht sehr farbenreich

Positiv: kompakt, obertonreich, rund, schön, weich, ausgewogen, samtig, schmiegsam, beweglich, strahlende Höhe, heller Klang, weiter Ton, sauberer Klang, warm, klingt silbrig.

Negativ: viel Nebengeräusche, wenig Farbton, etwas zu dünn, scharf in der Ansprache, klein, nicht sehr kernig, knallig, wenig schwingend, eng, geht in der Höhe nicht gut auf, nicht klar.

Neutral: eher dunkel (2), hell (3), sehr hell (1)

Meistgenannte Klangbeschreibungen: hell, weich, dünn, schöner Klang in der hohen Lage (strahlende Höhe),scharf.

Positiv: weich, viel Volumen, volle Tiefe, gebündelter Ton, offen, ausgeglichen, homogen, warmer, angenehmer Klang, rund, große Dynamikbandbreite, gut schwingend, trägt gut, weich und geschmeidig im piano, schwingt in allen Lagen.

Negativ: wenig Farbe, scharf, schmale Mittellage, Höhe nicht sehr beweglich, enge Höhe, eng und forciert, im forte etwas überfordert.

Neutral: hell (4), eher dunkel (1)

Meistgenannte Klangbeschreibungen: hell, weich, gut schwingend, enge Höhe

Meinungsbild „Vorurteilsabfrage“ (Ha)

14 Karat: gute Ansprache, brilliant, schwerer als 9 Karat, härter, bietet dem Spieler mehr Widerstand als die 9 Karat-Flöte, dunkel, leicht anspielbar, zu weich, große Schwingungsfreudigkeit, tragfähig, viele Farbmöglichkeiten, leicht modulationsfähig, dunkler und direkter als die 9 Karat-Flöte, warm, in der Entfernung gut tragend und schwingend, , voll und tragfähig, piano schön, weicher dunkler schöner Klang.

24 Karat: viel Widerstand, edler, brillanter Klang, etwas „Besonderes“, professionelles Instrument, schwerer Klang, direkter in der Ansprache als 14 Karat, schwerfällig, dunkel, voluminös, warm, dunkel, schwer, extreme Lagen schwierig zu spielen, bei guter Beherrschung große klangliche Bandbreite, dunkel, direkt, hart, weit, dunkel, erfordert mehr Anstrengung vom Spieler, schwere Flöte (Gewicht) , weich, zu dunkel, relativ dunkel, sehr kompakt, schwer, dicker großer Ton, maximale Lautstärke, dunkel, große Tragweite, ähnlich wie Platin.

Platin: direkt, hell, viel Widerstand beim Spielen, großer voller manchmal auch scharfer Ton, leicht in der Ansprache, voller Klang, sehr lautes Spiel möglich, „Extremversion“ nach der 24 Karat-Goldflöte, dunkel, klingt weiter als Gold, zu penedrant, sehr trompetenhaft, zu dunkel, sehr dunkler kompakter Klang, scheinbar unbegrenzt „laut“ spielbar, großer Klang, schwerfällig, aber laut, etwas „trompetiger“ Klang.

Verplatinert: Mischung aus voll und hell, gutes Preis-Leistungsverhältnis, kleiner als Platin, feinerer Klang, Kompromiß zwischen Silber Platin, dumpf, für jene die sich beim Lautspielen schwer tun, geht leicht los, klingt dunkel, wie Silber, besser tragend, direkt, großer kräftiger Ton.

Zusammenfassung der Aussagen im Doppelblindhörtest

Positiv: voll und brilliant, sehr schön, sehr ausgewogen im Klang, gute Höhe, Mittellage gut, ausgeglichen in den Registern, kerniger und intensiver Klang, kräftiger Ton, warm.

Negativ: stumpf, schwer, wenig Klang, nicht brilliant, eng, in der Höhe scharf, kleiner Ton, eng, etwas aufdringlich.

Neutral: hell (3), dunkel (2)

Meistgenannte Klangbeschreibungen: hell, schön, eng.

Positiv: voller runder Klang, in der Höhe schön, warm, ausgeglichen, viel Farbe, schwingt gut, weich.

Negativ: wenig Obertöne, schwer, dünn, stumpf, wenig strahlend, scharf, zu direkt, zuviel Blech.

Neutral: hell (2), dunkler, heller als Silber

Meistgenannte Klangbeschreibungen: hell, rund, warm, schwer.

Positiv: voller runder Klang, samtig, groß, süßlich im piano, trägt gut, Intensität in jeder Lage.

Negativ: hart, dumpf, nicht schön im forte, dünne Höhe, wenig Obertöne, klingt forciert, flach, nicht sehr farbenreich, wenig Dynamikbandbreite, nimmt viel Luft auf, luftig, scharf in der Höhe, klingt oberflächlich.

Neutral: sehr hell, dunkler als Silber und 24K

Meistgenannte Klangbeschreibungen: dumpf, dunkel, voll

Positiv: wenig Nebengeräusche, guter Ton, leicht, hell, dunkler schöner Klang in der Mittellage, ausgeglichen, sauber.

Negativ: hohl und dünn, rauscht, in der Höhe scharf, rau, wenig ausgeglichen, eng, steriler Klang, wenig Farbe, etwas flach, zuwenig Kern, dumpf.

Neutral: hell (1), dunkel (2)

Meistgenannte Klangbeschreibungen: dunkel, dünn, nicht viel Farbe

5.2.4 Beurteilung der 7 Testinstrumente von den Spielern

Versilbert: leicht anspielbar, geht leicht los, keine gute Dynamikmöglichkeit.

Silber: geht leicht los, wenig Dynamikmöglichkeit, hat einem Spieler am Besten gefallen.

9 Karat: angenehm, dritte Oktave gibt nicht viel her, hat zwei Spielern am Besten gefallen.

14 Karat: rund und ausgeglichen.

24 Karat: viel Volumen, viel Körper, vom Gewicht her zu schwer, gute Dynamikmöglichkeit.

Platin: große Dynamikunterschiede möglich, voller Klang, hell, leicht, zu hohes Gewicht.

Verplatinert: geht leicht los.

Im nachhinein betrachtet ist aufgefallen, daß die Statements der Spieler unterschiedlich zu den der Hörer sind. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß die Spieler im Gegensatz zu den Hörern wußten auf welchem Instrument sie gerade spielten. Andererseits kann es auch der Beweis dafür sein, daß der Eindruck und das Gefühl, das der Flötist beim Spielen eines Instrumentes hat sehr wohl der wichtigere ist. Natürlich versucht jeder Musiker seine Klangvorstellung, egal auf welchem Instrument er gerade spielt, zu verwirklichen und macht dadurch mögliche Schwächen einer Flöte wett. Dies kann Grund dafür sein, daß der Hörer einen ganz anderen Eindruck als der Spieler hat.

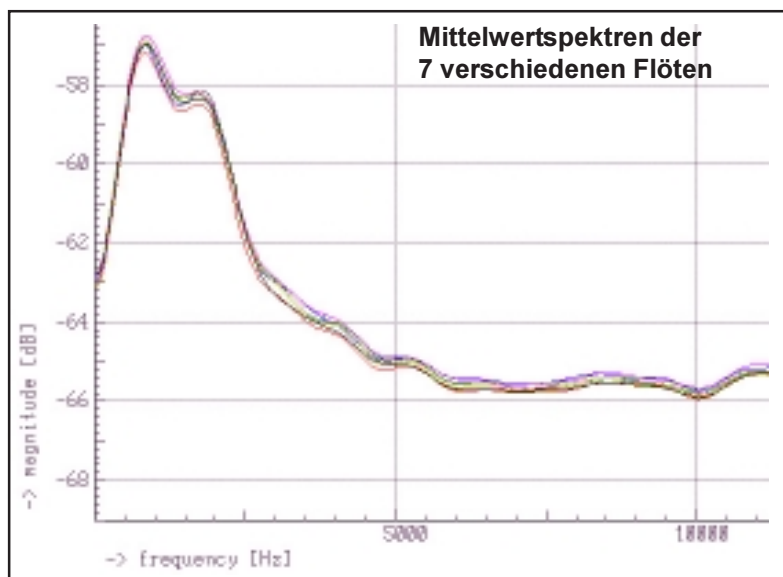
6 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde dem Materialaspekt von Querflöten in mehreren Ansätzen nachgegangen.

Aufnahme und Analyse von 7 Spielern auf folgenden 7 Flöten: versilbert; Silber; 9 Karat Gold; 14 Karat Gold; 24 Karat Gold; Platin; verplatinert

Im „schalltoten Raum“ des Instituts für Wiener Klangstil spielten 7 Spieler auf allen Flöten ein vorgegebenes Programm. Mit Hilfe zweier unterschiedlicher **Probenspielstellen** (s. Kap. 3.3) soll der Klang des jeweiligen Instrumentes unterschieden, bzw. mögliche Klangeigenschaften eines Materials analysiert werden. Das aufgenommene Programm beinhaltete ferner alle Register, Dynamik- und Klangmöglichkeiten der Querflöte. Der Tonumfang wurde durch Spielen der Chromatik aufgenommen. Dynamikmöglichkeiten wurden in Form von Tonfolgen in allen Lagen im „pianissimo“, „fortissimo“, „crescendo“ und „decrescendo“ erfaßt. Anhand von digitalen **Klanganalysen** versuchte man darzustellen, welche Unterschiede die Dynamik und die Klangfarbe der sieben Flöten aufweisen können.

Die resultierenden Spektren zur Darstellung der **Klangfarben** (siehe rechte Abb. und in Kap. 4) zeigten zwar Unterschiede, die jedoch beim Zuhören, wie die Testergebnisse der Hörbeispiele ergaben, nicht zu erkennen waren. Bei der **Klangfarbe** konnten also keine relevante Beziehungen zum Material hergestellt werden. Die größten Unterschiede im Spektrum betragen 0,5 dB und sind somit für Zuhörer nicht mehr relevant.



Was die **Dynamik** betrifft, so ist ein Zusammenhang mit dem **Material** statistisch zwar eindeutig nachweisbar, allerdings beträgt der Unterschied zwischen dem Instrument mit der geringsten Dynamik (14 Karat Goldflöte) und dem mit der größten Dynamik (Platinflöte) nur 1,5 dB. Dieser ist also äußerst gering und für die Spielpraxis mehr oder weniger vernachlässigbar. Die erhaltenen Werte gelten für 7 Testspieler, es kann nicht ausgeschlossen werden, daß bei einer höheren Anzahl von Testpersonen der Dynamikunterschied überhaupt gegen „Null“ geht.

Die **Dynamikunterschiede** zwischen den einzelnen **Spielern** hingegen betragen 12,6 dB! Die größte erzielte Dynamik ist somit 4-mal so hoch, wie die des Spielers mit der geringsten Dynamik.

Hörtests und Befragungen zum Material von Flöten

Ein weiterer Versuch, Unterschiede, die den Klang betreffen, zu erkennen, fand in Form eines **Hörtests** statt. In dieser Doppelblindstudie versuchten 15 Flötisten die aufgenommenen Hörbeispiele den sieben Flöten zuzuordnen. Die Ergebnisse sind gleichermaßen interessant wie verblüffend: In keinem Versuch konnten die Flötisten den Hörbeispielen ein Material eindeutig zuordnen (siehe Kap. 5.2).

Anhand einer **Umfrage**, (Kap. 5.1) die an alle Flötisten im Raum Wien gerichtet war, bekam man Aufschluß darüber, auf welchen Instrumenten hauptsächlich gespielt wird. Es galt, herauszufinden, welches Material die meisten Flötisten für ihr Instrument bevorzugen und warum sie sich für dieses oder jene Material entschieden haben. 111 Personen gaben Auskunft über ihre Flöte (siehe Tabelle rechts).

| Material bei Querflöten | Anzahl |
|-------------------------|--------|
| Silber | 65 |
| Gold 14 K | 15 |
| Versilbert | 9 |
| Gold 9 K | 6 |
| Gold 5 K | 5 |
| Gold 24 K | 3 |
| Verplatinert | 3 |
| Gold 18 K | 2 |
| Holz | 2 |
| Platin | 1 |
| Summe | 111 |

Literaturrecherche zum Material von Querflöten

Um die Grundlagen des Materialaspektes aufzuarbeiten und für den Leser darzustellen, wurden im zweiten Kapitel dieser Arbeit **historische und akustische Arbeiten** zusammengefaßt. In Kapitel 2.1 „Material und Akustik“ findet man wichtige Informationen, die die Materialien grundsätzlich betreffen. In weitere Folge (Kap. 2.2) wird auf die Behandlung der Metalle eingegangen, sowie auf die Verwendung der **Metalle** und deren **Legierungen** bei Querflöten heute und im Laufe der Entwicklung der Flöte. Grundsätzlich sind hier alle für den Bau von Querflöten wichtigen Metalle angeführt und beschrieben. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Kombination der Metalle bzw. zu erfahren, daß kein Instrument zu 100% aus einem Metall besteht, sondern es sich hauptsächlich um Legierungen handelt (v.a. auch bei der Platinflöte und der 24 Karat Goldflöte) siehe Kapitel 2.1.3 Rohmaterialien für den Bau von Querflöten. Kapitel 2.4 beschäftigt sich kurz mit den **Einflüssen des Spielers** auf den Klang.

Anmerkungen

Eine Möglichkeit, um bei Aufnahmen etwaige Einflüsse durch den Spieler zu vermeiden, wäre, diesem die Augen zu verbinden, sodaß er nicht weiß, auf welchem Instrument er gerade spielt. Dies könnte aber auch eine Behinderung sein, deshalb wurde diese Version bei dieser Arbeit nicht durchgeführt.

Für weitere Studien empfiehlt es sich, auch Aufnahmen in großen Sälen zu machen, um möglicherweise Unterschiede, die die Tragfähigkeit des Tones betreffen, herauszufinden.

7 Literaturverzeichnis

- Becker, Judith.** „Gold und Silber im Vormarsch“, in Musikmesse. Heft 5/6 1996.
- Boehm, Theobald.** „Die Flöte und das Flötenspiel“. Leipzig/Berlin: 1871. Nach Frankfurt/Main: Musikverlag Zimmermann, 1980.
- Bork, Ingolf / Meyer, Jürgen.** „Zum Einfluß der Spieltechnik auf den Klang der Querflöte“ in: Tibia, Heft 3. Celle: Moeck, 1988. S. 179.
- Coltman, John W.:** „Effect of Material on Flute Tone Quality“ (Der Einfluß des Materials auf die Klangfarbe von Querflöten) in: The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.49, No.2 (Part 2), Februar 1971. S. 520.
- Diebeners:** „Werkstattbuch für die Praxis“. Band 3. Leipzig: Rühle-Diebner-Verlag, 1929.
- Deutsch, Werner A.** (1989). Sound Tools: Konzept und Entwicklung einer Arbeitsstation zur digitalen Analyse und Bearbeitung von Musik, in: Das Instrumentalspiel (Int. Symposium, 12. - 14. IV. 1988). Wien: Doblinger. S. 309-323.
- Deutsch, Werner A.;** Noll Anton: (1991). S_Tools - Integrierte Arbeitsstation für Musik, Sprache und digitale Signalverarbeitung. Benutzerhandbuch. Wien: Komm. f. Schallforschung.
- Dullat, Günter.** „Holzblasinstrumentenbau“. Celle: Moeck, 1990.
- Lensky, Karl & Ventzke, Karl:** „Das goldene Zeitalter der Flöte“: Frankreich 1832-1932. Belgien: Moeck, 1992.
- Meyer, Jürgen.** „Akustik und musikalische Aufführungspraxis“. Frankfurt am Main: Verlag Erwin Bochinsky, 1995.
- Meyer, Jürgen.** „Flötenklang und Vibrato“. in: Kurs-Postille II 23. -28. 3. 1991. S. 25-27.
- Quanz, Johann Joachim.** „Versuch einer Anweisung, die Flöte traversiere zu spielen“. Berlin: 1752, Nachdruck: Basel/London/Kassel: Bärenreiter, 1983.

8 Anhang

Abb 2/1



A

Laurent: Konische Ringklappenflöte aus Kristallglas, Paris 1844.

Von Glasflöten wird bereits 1509 bis 1547 berichtet. Sie stammen aus dem Inventar Heinrichs des VIII, König von England.

In neuerer Zeit wurde Kristallglas als Material für konische Mehrklappen- und Boehmflöten beinahe ausschließlich von Claude Laurent und dessen Nachfolger J. D Breton in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Paris benutzt. Diese Flöte hat als Curiosum mit hohem Seltenheitswert Bedeutung- nicht als musikalisches Etwas. Dayton C. Miller, Gründer der berühmten und wohl wertvollsten Flötensammlung der Welt, beschreibt in einem Artikel über „Flutes of Glas“ der im Juli 1925 in der Zeitschrift „The Flutist“ erschien, diese einzigartige Flöte folgendermaßen:

Diese Flöte aus dem Jahre 1844 ist vielleicht die schönste Glasflöte, die jemals gemacht worden ist. Das Material ist Uraniumglas in einer köstlich grünlichen Tönung. . . Diese Art Glas wird oft in wissenschaftlichen Experimenten benutzt, da es fluoresziert, das heißt: in gewissen Lichtverhältnissen glüht die ganze Masse des Glases in einem delikaten grünlich –gelben Licht, als ob es selbstleuchtend wäre. Die Flöte ist nach Boehms System von 1832 gebaut mit konischer Bohrung und Ringklappen.

Die silbermechanik ist von auserlesenem ,Design und vollendeter Ausführung. Sie ist mit dem Dorus-gis und einer silbernen Daumenstütze versehen, die in sinnreich- kunstvoller Manier mit dem Korpus verbunden ist, sodaß sie leicht abnehmbar ist. Das Etui ist das schönste, das er je gesehen hat . . .

Mit Sicherheit wurde diese Flöte für die Pariser Weltausstellung von 1844 hergestellt. Sie wurde abermals auf der Ausstellung von 1855 von Breton gezeigt, der mit diesem Ausstellungsstück eine Erste- Preis- Medaille erhielt.

B

Zylindrische Flöte mit H-Fuß, Paris um 1876.

Stark geflammt, rötlich braunes Kokusholz, Mechanik aus Silber, geschlossene Deckelklappen, ziselierte Mundlochplatte aus Silber, reich verziert mit Blumenmustern. Langer Hebel außen für kleinen Finger links wirkt auf dis (dis-cis)- die früheste Flöte, die mit dieser mechanischen Besonderheit bekannt ist.

$a_1 = 448 \text{ Hz}$

C

Zylinderflöte aus Maillechord, Paris um 1860

Korpus und Mechanik sind aus Maillechord (die Bezeichnung setzt sich aus den Namen der Erfinder der Metallegierung Maillot und Chorier zusammen). Die Mundplatte ist aus Ebenholz und durch einen silbernen Kamin mit dem Rohr verbunden.

Diese Flöte weist als Besonderheit die Kombination von Ringklappen und perforierten Deckelklappen auf. Mit dieser Idee, Ringklappen auch beim Bau von Metallflöten zu verwenden, war Louis Lot seinen Kollegen weit voraus. Diese Legierung war bei den französischen Flötenbauern des 19. Jhd. ein beliebtes Material, das von vielen Flötisten dem Silber wegen seines sehr hellen, obertonreichen Klanges vorgezogen wurde. Nach Larousse besitzt Maillechord die Qualitäten der Leuchtkraft, Geschmeidigkeit und Sonorität von Silber; es läßt sich leicht bearbeiten. Seine mittlere Zusammensetzung: 20% Nickel, 22% Zinn und 58% Kupfer.

$a_1 = 438 \text{ Hz}$.

Louis Lot: Silberflöte aus Paris. Lieferdatum: 30. 8. 1860

Es handelt sich um ein französisches Modell mit fünf perforierten Griffdeckeln und nicht versetzten Tonlöchern für gis und a. Auf dem Kopf- und Mittelstück findet sich folgende Signatur: L. L. / LOUS LOT / PARIS / 485, zusätzlich BREVETE auf dem Kopfstück. Die Wandstärke des Silberrohres beträgt 0,36 mm. Der Standardwert in den Werkstätten von Boehm war 0,28 mm. Das Mundloch ist oval. Die Stimmung war 448 Hertz. In den Pariser Opernhäusern spielte man bis ca. 1859 in dieser hohen Stimmung, erst danach wurde die sogenannte Pariser Stimmung (a ist 435 Hertz) eingeführt.

Opera comique: a ist 448 Hz

Opera: a ist 446 Hz

Grand Opera: 448 Hz

E

Louis Lot: Zylinderflöte aus Gold, Paris 1869.

„Diese- und nie wieder“ soll Louis Lot nach der Fertigstellung dieses einzigen und einzigartigen Instrumentes aus Gold gesagt haben. Aus edlem Metall geschaffen, war sie bestimmt als Huldigung der Philharmonischen Gesellschaft aus Schanghai an den berühmten Flötenvirtuosen Remusant- ein wahrhaft königliches Geschenk.

Die Wege und Umstände, durch welche diese Kostbarkeit eines Tages im Jahre 1948 in einem Pariser Antiquariat auftauchte, sind unbekannt- jadenfalls kam sie glücklicher- weise und gerechterweise in den Besitz eines der größten Flötisten unserer Zeit: Jean- Pierre Rampals.

Mit diesem Juwel, das die jungen Rampals als Gabe anlässlich der Geburt ihres ersten Kindes Isabelle erhalten haben, feierte Jean-Pierre Rampal seine weltweiten Triumphe.

Das Instrument war ursprünglich in Pariser Stimmung, d.h. a ist 435 Hz gebaut. Die heutige Stimmung 440 Hz wurde durch Verkürzung des Kopfstückes um 5mm erreicht.

F

Deckelklappenflöte aus Silber, München 1851. Signiert Th. Boehm/ in/ München/ 53, 1851.

SANKYO FLÖTENTEST

Bewertung nach der fünfteiligen Schulnotenskala. Ca. 50 Testpersonen, Ort: Konzertsaal der HS f. Musik u. darst. Kunst, Wien.

I. Flöte Ag 925, Kopfstück RS-1, runde Anblaskante.

| FRAGESTELLUNG | SCHMEISER | HECHTL | FÜHRER | GISLER | MITTEL |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Tragfähigkeit im piano | 2,0 | 2,8 | 2,3 | 2,3 | 2,4 |
| 2. Tragfähigkeit im forte | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 2,4 |
| 3. Tonqualität | | | | | |
| a) 1. Oktave | 1,8 | 2,0 | 2,4 | 2,1 | 2,1 |
| 4. b) 2. Oktave | 2,1 | 2,8 | 2,3 | 2,2 | 2,4 |
| 5. c) 3. Oktave | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 3,1 | 2,9 |
| 6. Nebengeräusche | 1,5 | 2,8 | 1,6 | 1,9 | 2,0 |
| 7. Gesamteindruck | 2,1 | 2,8 | 2,7 | 2,4 | 2,5 |

II. Flöte: Ag 925, Kopfstück RS-1, scharfe Anblaskante.

| FRAGESTELLUNG | SCHMEISER | HECHTL | FÜHRER | GISLER | MITTEL |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Tragfähigkeit im piano | 2,2 | 2,7 | 2,2 | 2,0 | 2,3 |
| 2. Tragfähigkeit im forte | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,2 | 2,4 |
| 3. Tonqualität | | | | | |
| a) 1. Oktave | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 |
| 4. b) 2. Oktave | 2,1 | 2,9 | 2,4 | 2,3 | 2,4 |
| 5. c) 3. Oktave | 2,3 | 3,1 | 3,0 | 2,7 | 2,8 |
| 6. Nebengeräusche | 2,3 | 2,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 |
| 7. Gesamteindruck | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 2,5 |

III. Flöte Ag 925, Kopfstück RS-1 mit 18 ct Goldkamin

| FRAGESTELLUNG | SCHMEISER | HECHTL | FÜHRER | GISLER | MITTEL |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Tragfähigkeit im piano | 1,8 | 2,5 | 2,6 | 2,1 | 2,3 |
| 2. Tragfähigkeit im forte | 1,7 | 2,7 | 2,9 | 2,2 | 2,4 |
| 3. Tonqualität | | | | | |
| a) 1. Oktave | 1,6 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 2,0 |
| 4. b) 2. Oktave | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,0 | 2,2 |
| 5. c) 3. Oktave | 2,0 | 2,8 | 3,0 | 2,5 | 2,6 |
| 6. Nebengeräusche | 1,5 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 7. Gesamteindruck | 1,9 | 2,6 | 2,7 | 2,0 | 2,3 |

IV. Flöte 18 ct Rotgold, Kopfstück RS-1, runde Anblaskante.

| FRAGESTELLUNG | SCHMEISER | HECHTL | FÜHRER | GISLER | MITTEL |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Tragfähigkeit im piano | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 1,6 | 1,9 |
| 2. Tragfähigkeit im forte | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 1,6 | 1,9 |
| 3. Tonqualität | | | | | |
| a) 1. Oktave | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 1,7 | 1,8 |
| 4. b) 2. Oktave | 2,0 | 2,4 | 2,2 | 1,7 | 2,1 |
| 5. c) 3. Oktave | 2,0 | 2,5 | 2,2 | 1,8 | 2,1 |
| 6. Nebengeräusche | 1,5 | 2,8 | 1,4 | 1,5 | 1,8 |
| 7. Gesamteindruck | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 1,8 | 2,1 |

V. Flöte 18 ct Rotgold, Kopfstück RS-1 mit scharfer Anblaskante:

| FRAGESTELLUNG | SCHMEISER | HECHTL | FÜHRER | GISLER | MITTEL |
|--------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Tragfähigkeit im piano | 1,6 | 2,3 | 2,1 | 1,6 | 1,9 |
| 2. Tragfähigkeit im forte | 1,6 | 2,5 | 2,2 | 1,8 | 2,0 |
| 3. Tonqualität | | | | | |
| a) 1. Oktave | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,7 |
| 4. b) 2. Oktave | 1,7 | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 2,0 |
| 5. c) 3. Oktave | 1,7 | 2,7 | 2,7 | 1,9 | 2,3 |
| 6. Nebengeräusche | 1,3 | 2,6 | 1,5 | 1,9 | 1,8 |
| 7. Gesamteindruck | 1,6 | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 2,0 |

Erläuterung: Flötenunterteil (= Mittel- und Fußstück) SANKYO Mod.DN, Vollsilber
Goldflöte (4 u. 5) Mod.SR, 18ct Rotgold

Classic Artistry Pure and Simple

Available in classic and innovative precious metals, Miyazawa flutes offer you many variations in timbre and response.

Nickel Silver

We've paired our exquisite nickel silver flute with a sterling silver headjoint to create an instrument with a rich responsive sound and impressive projection.

PCM-Silver Alloy

Available exclusively from Miyazawa. By blending 65 per-cent silver with other precious and semi-precious metals, we've created a remarkable instrument that offers a brilliant sound, quick articulation and outstanding projection.

Sterling Silver

Musical artistry is your with an elegant sterling silver flute that offers a rich, deep timbre and a wide tonal range. It's a masterpiece of an instrument that lifts the world of music into the realm of art. Available in two tubing thicknesses: standard tubing (.015") offers a flexible and resonant sound while heavy-wall tubing (.018") provides a darker sound.

Miyazawa

The Elements of Perfection

| [search](#) |
| [educational articles](#) |
| [hammig piccolos](#) | [west music](#) |
| [models](#) | [artists](#) | [service](#) | [enhancements](#) | [features](#) | [metals](#) |
| [questbook](#) | [service@miyazawa.com](#) |
| [miyazawa discussion](#) | [hammig piccolo discussion](#) |



Gold-Silver Alloy

An innovative composition made of 10 percent gold and 90 percent sterling silver. Highly tarnish resistant, this flute combines the brilliance of silver with the textural warmth of gold to offer you an impressive instrument that is the peak of perfection.

14 Karat Gold

A radiant, refined instrument that's worth its weight. Handmade from 14-karat rose gold, this flute has a density greater than sterling silver and the gold-silver alloy. Rich overtones, the widest possible dynamic range, endless tonal variety -- peerless qualities that put it in a class by itself. 9 karat gold is also available along with 24k gold headjoint risers.

Platinum

When combined with gold and silver, platinum provides enhanced power and projection. Platinum-fused flutes along with solid platinum lip plates and risers are available.

Muramatsu Flutes

Muramatsu America Prices*

EX Models **\$2,750.00**

Open hole, B foot
 Offset G- no extra charge
 Split E mechanism \$275.00
 Wing lip headjoint \$120.00
 Closed hole and C foot- special order

GX Models **\$4,750.00**

Open hole, B foot
 Offset G- no charge
 Heavy wall \$100.00
 Split E mechanism \$275.00
 Wing lip headjoint \$120.00
 Closed hole and C foot- special order

AD Models **\$5,850.00**

Open hole, B foot
 North American model made to specifications
 including D# roller
 Split E mechanism (offset only) \$500.00
 C# trill (offset only) \$500.00
 Heavy Wall \$200.00
 Wing lip headjoint \$120.00
 Closed hole and C foot- special order

DN Models **\$7,500.00**

Open hole, B foot
 Split E mechanism \$500.00 (offset),
 \$600.00 (inline)
 C# trill \$500.00 (offset or inline)
 Heavy Wall \$200.00
 G/A Trill \$800.00
 E Clutch \$1000.00
 Wing lip headjoint \$120.00

ALTO FLUTES

solid silver **\$9,000.00**
 platinum clad **\$10,000.00**

Gold Clad AD Models **\$9,650.00**

Gold Clad DN Models **\$11,300.00**

Open hole, B foot
 Split E mechanism \$800.00
 C# Trill \$800.00
 Heavy Wall \$200.00
 High G/A (DN Model only) \$1000.00
 E Clutch (DN Model only) \$1000.00
 Wing lip headjoint \$250.00

Platinum Clad Models **\$10,200.00**

Open hole, B foot
 Heavy Wall \$250.00
 Split E mechanism \$600.00 (offset),
 \$800.00 (inline)
 C# trill \$600.00 (offset or inline)
 Wing lip headjoint \$250.00

9K Gold Models **\$13,200.00**

Open hole, B or C foot
 North American Special includes hand
 engraved headjoint,
 Silver keys, C# trill (offset or inline)
 and D# roller
 Heavy wall and solid gold keys- special order
 Prepaid special orders subject to additional
 discounts

14K Gold Models **\$21,000.00**

Open hole, B or C foot
 North American Special includes hand
 engraved headjoint,
 Gold clad silver keys, C# trill
 (offset or inline), and D# roller
 Solid gold keys-special order
 Prepaid special orders subject to additional
 discounts

Platinum Models

Hand engraved headjoint and keys, choice of options-
 special order

Muramatsu America includes a professional leather case and a fleece-lined case cover with each flute. Buyer is also provided with a written one year warranty on service and adjustments, and a life time warranty on all structural components

*Prices subject to change without notice.

[About Muramatsu](#) • [Instruments](#) • [Price List](#) • [Accessories](#) • [Used Instruments](#) • [Orders and Inquiries](#) • [Home](#)

| | <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-right: 10px;">● Nickel Silver w/Silver Plated <li style="margin-right: 10px;">● Silver <li style="margin-right: 10px;">● Silver w/Platinum Plated <li style="margin-right: 10px;">● 9K. Gold <li style="margin-right: 10px;">● 14K. Gold <li style="margin-right: 10px;">● 18K. Gold <li style="margin-right: 10px;">● 24K. Gold <li style="margin-right: 10px;">● Platinum | |
|------------------------|--|---|
| EX-II MODEL | | NICKEL SILVER (SILVER PLATED) with SEVER HEAD JOINT A: 442Hz |
| GX-II MODEL | | SILVER: TUBINGS, EMBOUCHURE, RINGS, RIBS & POSTS KEY MECHANISM: NICKEL SILVER (SILVER PLATED) A: 442Hz |
| HANDMADE AD MODEL | | SOLID SILVER WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz |
| HANDMADE DN MODEL | | SOLID SILVER WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE SR MODEL | | SOLID SILVER/SOLDERED TONE HOLE WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY or EXTRA LIGHT A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE PTP MODEL | | SOLID SILVER (PLATINUM PLATED) WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 9K. GOLD | | 9K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: SILVER WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 9K. ALL GOLD | | 9K. SOLID GOLD WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 14K. GOLD | | 14K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: SILVER A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 14+9K. GOLD | | 14K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: 9K. GOLD A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 14K. ALL GOLD | | 14K. SOLID GOLD A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 18K. GOLD | | 18K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: SILVER A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 18K. ALL GOLD | | 18K. SOLID GOLD A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 24K. GOLD | | 24K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: SILVER (GOLD PLATED) A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE 24+14K. GOLD | | 24K. GOLD: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: 14K. GOLD A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE PLATINUM | | PLATINUM: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: SILVER (PLATINUM PLATED) WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |
| HANDMADE PLATINUM | | PLATINUM: TUBINGS & EMBOUCHURE OTHERS: 14K. GOLD WALL THICKNESS: LIGHT or HEAVY A: 442Hz or 443Hz |

Lebenslauf

Renate Linortner

- geboren am 29.1.1973 in Bad Aussee (Steiermark)
- erster Querflötenunterricht mit 7 Jahren bei Frau Erika Machherndl in Bad Aussee
- Volks- und Hauptschule in Bad Aussee
- 1988 – 1991 außerordentlicher Hörer bei o.Prof. Wolfgang Schulz
- 1991 Matura am Gymnasium in Bad Aussee
- seit 1991 ordentliches Studium bei o.Prof. Wolfgang Schulz
- 1993 – 1995 Mitglied des Gustav – Mahler Jugendorchesters unter Claudio Abbado. Konzert-tourneen in Europa.
- Seit 1995 Engagement an der Wiener Volksoper
- Mitglied des „Ensemble 20.Jhd.“
- Lehrertätigkeit an zahlreichen Bläser- und auch Volksmusikkursen
- Konzertreisen mit verschieden Kammermusikensembles und Orchestern
- Lehrertätigkeit in Japan

Wien, am 19.12.2000

Programm - 2. Diplomprüfung (Renate Linortner)

| | |
|----------------------------------|--|
| Bach, Johann Sebastian: | Sonate e-moll (Flöte und Cembalo) |
| Telemann, Georg Philipp: | Sonate f-moll (Flöte und Cembalo) |
| Mozart, Wolfgang Amadeus: | Konzert D-Dur (Flöte und Orchester) |
| Mozart, Wolfgang Amadeus: | Konzert G-Dur (Flöte und Orchester) |
| Doppler, Francois: | Air Valaques (Flöte und Klavier) |
| Messiaen, Olivier: | Le Merle Noir (Flöte und Klavier) |
| Willi, Herbert: | Piece for Flute solo (Flöte Solo) |
| Debussy, Claude: | Syrinx (Flöte Solo) |

Probespielstellen:

| | |
|--------------------------|--|
| Carmen- | Vorspiel 3. Akt 1. Bild (Bizet) |
| Sinfonie Nr. 1 (c-moll)- | 4. Satz Piu Andante (Brahms) |
| Sinfonie Nr. 4 (e-moll)- | 4. Satz Allegro energico e passionato (Brahms) |
| Orpheus- | Pantomime (Reigen seliger Geister) (Gluck) |
| Ein Sommernachtstraum- | Scherzo Allegro vivace (Mendelssohn-Bartholdy) |
| Die Zauberflöte- | 1. Akt Nr. 8 Finale |
| | 2. Akt Nr. 13 Arie Monostodos |
| | 2. Akt Nr. 21 Finale Marsch (Mozart) |
| Rosenkavalier- | 1. Aufzug Kadenz des Flötisten (R. Strauss) |
| Daphnis et Chloe- | Tres lent (Ravel) |