

tilstræber musikalsk virkning i digtet, og han gør status: efterkrigsårene havde formet sig som et opgør med den alt overskyggende subjektivismen i musikken, med det filosofisk grublende, det kosmisk stræbende, det jebetonede og det erotisk følsomme. Man havde også vendt sig mod den maleriske virkning i musikken – kort sagt: søgt bort fra senromantik og impressionisme. Nu er vægten forskubbet – fortsætter Bentzon – fra koncertsalsmusikken til et musikliv med brændpunkt i folket – en kollektivismen, hvor musikken skal udøves i et folkeligt fællesskab. Og her er det Bentzon efterlyser egne digte, der kunne bruges til de fællessange, kanons og korsange, der kom til at udgøre næsten hele hans sangproduktion op gennem 30'erne. Indtil man støder på værket »Mikrotoni«, komponeret i 1939. Her har musikken ikke hentet inspiration i noget samtidigt digt, men Bentzon har selv sammenstillet tre latinske tekster, antagelig efter middelalderlig vagantdigtning, til en »Nocturne«, et »Intermezzo« og en »Hymne«. Hymnen munder ud i ordene: »Audite: unum est necessarium/tempore odii et discordiae« (Eks. 9 Jørgen Bentzon: Hymne, »Mikrotoni Nr. 1 for Fløjte, Violin, Violoncel, Sangstemme og Klaver« op. 44 1939). Ud fra et vokalmusikalsk synspunkt, men også set i en større sammenhæng, er der noget løfterigt ved dette værk fra periodens slutning. Det er en dybt samtidsbevidst kunstners fornyede bekendelse til menneskestemmen, som langsomt trænger igennem de øvrige instrumenters l'art pour l'art-spil – en fornyet humanisering af de vokale udtryksmuligheder i hadets og tvedragtens tid.

KARIN OLESEN:

## En akustisk undersøgelse over resonansstrengenes betydning for viola d'amorens klang

Med det formål at undersøge resonansstrengenes betydning for viola d'amorens klang, blev følgende forsøg udført på Danmarks Tekniske Højskole foråret 1968. Viola d'amorens 7 spillestrengene blev stemt A, d, a, d<sup>1</sup>, fis<sup>1</sup>, a<sup>1</sup>, d<sup>2</sup>, og de 7 underliggende

resonansstrengene stemtes unison hermed. Efter færdigstemningen af strengene blev a<sup>1</sup> sammenlignet med en tone fra en tonegenerator, hvorved det konstateredes, at a<sup>1</sup> var lig 435 Hz. Herefter blev der i det store lyddøde rum foretaget to analoge båndoptagelser med viola d'amoren, en optagelse med og en uden aliquotstrengene. Mikrofonopstillingen var arrangeret således, at mikrofonafstanden var 1 meter og mikrofonens retning vinkelret på dækket. Disse to angivelser har været tilstræbt, men næppe helt nøjagtige.

En professionel viola d'amore-spiller, som også havde stemt det nylig istandgjorte museumsinstrument, strøg med en violinbue hver af de 7 løse strenge 3 gange, idet han søgte at gøre alle strøg lige kraftige, og signalerene blev optaget på bånd med en hastighed på 30 tommer/sec. Herefter blev resonansstrengene taget af, viola d'amoren stemt igen med a<sup>1</sup> = 435 Hz som udgangstone, og med samme opstilling som før blev der strøget 3 strøg på hver løs streng, og signalerene optoges på et nyt bånd.

Den næste opgave blev herefter at sammenligne de to båndoptagelser på passende måde, således at eventuelle forskelle kunne vise sig.

### Efterklang

Først blev efterklangstiden for de to optagelser undersøgt for at konstatere, om aliquotstrengene har nogen indflydelse på efterklangstiden.

Ved efterklangstid for en given frekvens forstås den tid, det tager lydtrykkniveauet at falde 60 dB.

Optagelserne blev afspillet på båndoptageren, og signalet førtes til en automatisk registrerende niveauskriver.

Skriveren var indstillet som følger:

Potentiometer: 50 dB

RMS

LLF = 10 Hz

Writing speed = 315 mm/sec.

Paper speed = 10 mm/sec. ved første og 30 mm/sec ved anden afspilning af begge bånd.

Et udsnit af kurvernes forløb ses fig. 1. Kurvens ordinat angiver lydtrykkniveauet i dB. 2 cm ad ordinataksen angiver altid 10 dB, det vil sige, at hele papirstrimmelens bredde angiver 50 dB. Kurvens fald efter hvert strøg viser, hvorledes tonen klinger ud. For hvert strøg er efter bedste skøn ind-

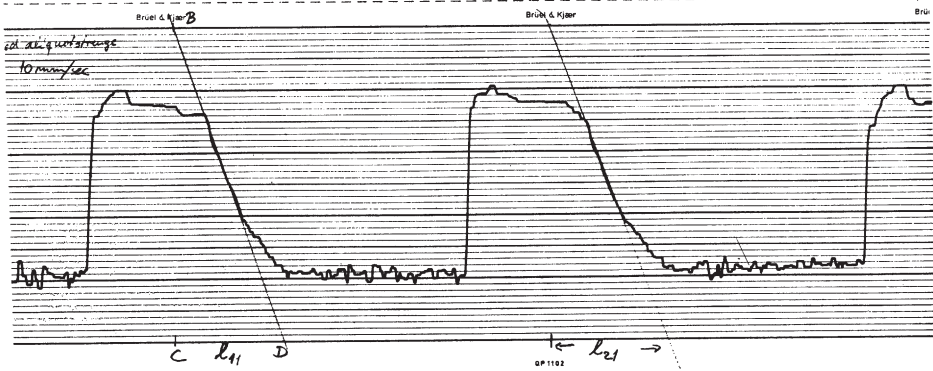


Fig. 1.

tegnet en tangent, som angiver hældningen for efterklangskurven. Idet papirhastigheden er lig 10 mm/sec., og CD udmåles til 35 mm (se fig. 1), har det således taget 3,5 sec. for energien at falde 50 dB. Heraf fås, at energien falder 60 dB på 4,2 sec., og efterklangstiden  $t_{sab}$  bliver således 4,2 for det pågældende strøg.

Analogt findes  $t_{sab}$  for de to næste strøg (samme tone), middeltallet beregnes og kan ses opført i tabel 3.

Ved betragtning af tabel 3 ser man, at  $t_{sab}$  gennemgående er større, når instrumen-

tet er forsynet med aliquotstrengene. Helt klart fremtræder forskellen i efterklangstid for A-, d- og d<sup>1</sup>-strengene. For de andre strenge gælder, at forskellen er så lille, at den ligger inden for den usikkerhed, der er på beregningerne af  $t_{sab}$ . Usikkerheden ses af de forskelle, der fremkommer på  $t_{sab}$  for de enkelte strenge, når papirhastigheden ændres.  $t_{sab}$  med aliquotstrengene er dog i alle tilfælde større end eller lig med  $t_{sab}$  uden aliquotstrengene, så vi kan slutte, at tendensen til længere efterklangstid i tilfældet med aliquotstrengene ikke er tilfældig. For at fastlægge  $t_{sab}$  mere nøjagtigt, må man foretage mange forsøg. Med ét forsøg som baggrund kan det kun konstateres, at aliquotstrengene bevirker, at efterklangstiden forlænges.

Formålet med forsøget er som nævnt at undersøge aliquotstrengenes betydning for viola d'amorens klang. Derfor må vi sammenligne klangen af en optagelse med aliquotstrengene med klangen af den analoge optagelse uden aliquotstrengene. Instrumentets klang er bestemt af overtonestrukturen – uden overtoner ville alle instrumenter lyde ens. Derfor går undersøgelsen ud på at analysere overtonestrukturen af de to analoge optagelser. Til dette formål udvælges passende dele af begge bånd på følgende måde:

Efterklangskurverne viser, hvor konstant tonerne er strøget. Således er tonen egal, når kurven er vandret. For hver tone fra begge optagelser udvalgte et sådant kurvestykke, og det tilsvarende båndstykke blev klippet og sat sammen til en sløjfe.

Båndsløjferne blev mærket som følger: 1a A m. aliq. (2) ... 7a d<sup>2</sup> m. aliq. (1), 8a A u. aliq. (1) ... 14b d<sup>2</sup> u. aliq. (1).

Tabel 3. Efterklangstid

| Tone<br>m. aliq.   | $t_{sab}$<br>papir-<br>hast. =<br>10 mm/sec. | $t_{sab}$<br>papir-<br>hast. =<br>30 mm/sec. | endelig<br>$t_{sab}$ |
|--------------------|--|--|----------------------|
| A                  | 4,24   | 4,53   | 4,38                 |
| d                  | 1,12   | 1,17   | 1,15                 |
| a                  | 5,44   | –  | 5,44                 |
| d <sup>1</sup>     | 1,44   | 1,48   | 1,46                 |
| fis <sup>1</sup>   | 0,92   | 1,04   | 0,98                 |
| a <sup>1</sup>     | 1,16   | 1,13   | 1,15                 |
| d <sup>2</sup>     | 0,96   | 0,96   | 0,96                 |
| Tone<br>uden aliq. |  |  |                      |
| A                  | 3,40   | 3,60   | 3,50                 |
| d                  | 0,92   | 0,83   | 0,88                 |
| a                  | 5,44   | –  | 5,44                 |
| d <sup>1</sup>     | 0,92   | 0,92   | 0,92                 |
| fis <sup>1</sup>   | 0,92   | 0,93   | 0,93                 |
| a <sup>1</sup>     | 1,12   | 0,93   | 1,03                 |
| d <sup>2</sup>     | 0,76   | 0,88   | 0,82                 |

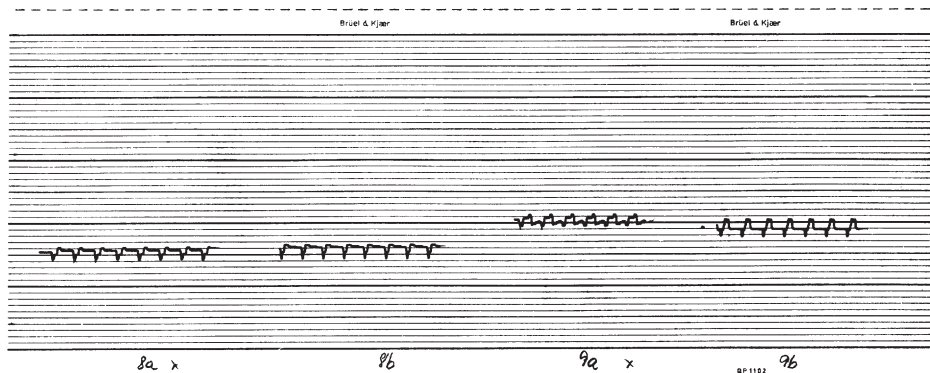


Fig. 2.

la A m. aliq. (2) det vil sige sløjfe nr. 1a, tonen A fra optagelsen med aliquotstrengene og (2) angiver, at båndstrimmelen er fra 2. strøg; u. aliq. angiver, at den pågældende sløjfe er fra optagelsen uden aliquotstrengene.

De enkelte båndsløjfer blev efter tur kørt på båndoptageren, som igen var tilkoblet niveauskriveren.

· Skrивeren var indstillet som følger:

Potentiometer 50 dB

RMS

LLF = 10 Hz

Writing speed = 500 mm/sec.

Paper speed = 3 mm/sec.

Herved blev kurven mærket totalniveau tegnet. Et udsnit heraf ses på fig. 2. Denne kurve angiver de forskellige sløjfers totalniveau i dB. Det ses, at sløjfernes niveaufunktioner er periodiske, idet båndsløjferne kører rundt i sig selv. Kurven har ligesom efterklangskurven dB ad ordinataksen og tiden ad abscisseaksen.

Det ses, at niveauerne, trods den omhyggelige udvælgelse, alligevel ikke er helt konstante. Det endelige niveau for hver sløjfe fastlægges som middelværdien af funktionen for den pågældende sløjfe. Middelværdierne er opført i tabel 4.

Herefter begyndte frekvensanalysen af båndsløjferne på følgende måde:

En sløjfe kørtes på båndoptageren, og signalet sendtes gennem en frekvensanalysator, hvis analyse automatisk noteredes af skriveren. (En frekvensanalysator er et elektrisk måleapparat, ved hjælp af hvilket man kan måle størrelsen og frekvensen af de forskellige komponenter, i hvilke en sammensat lyd kan opløses).

På kurven fås dB ad ordinataksen og frekvensen ad abscisseaksen.

Forskellige prøveanalyser gav følgende resultater:

1. For det første at en sløjfe er repræsentativ, det vil sige, at overtonespektret er meget nær det samme, hvadenten man vælger en sløjfe fra 1., 2. eller 3. strøg for samme tone.
2. For det andet blev det konstateret, at der ikke fandtes særlig interessante karakteristika i områderne mellem de harmoniske. Efter prøveanalyserne begyndte den egent-

Tabel 4. Middelværdi af totalniveau for de enkelte sløjfer

| Sløjfe nr. | Middelværdi af totalniveau dB |
|------------|-------------------------------|
| 1b         | 76,6                          |
| 1a         | 77,0                          |
| 2a         | 77,8                          |
| 2b         | 78,4                          |
| 3a         | 75,8                          |
| 4a         | 82,7                          |
| 5a         | 83,6                          |
| 6c         | 74,9                          |
| 7a         | 75,6                          |
| 8a         | 75,3                          |
| 8b         | 75,6                          |
| 9a         | 79,9                          |
| 9b         | 78,8                          |
| 10a        | 78,7                          |
| 11a        | 78,6                          |
| 12a        | 79,1                          |
| 13b        | 72,7                          |
| 14b        | 74,2                          |

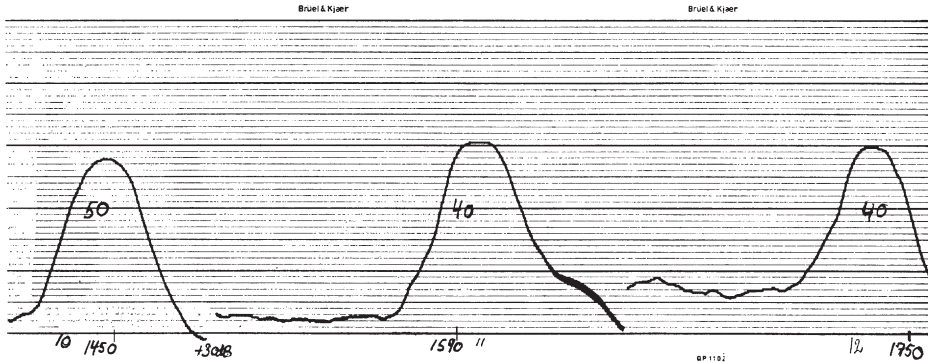


Fig. 3.

lige analyse af båndsløjferne, idet interessen koncentreredes om de harmoniske, og instrumenterne derfor blev indstillet således, at tegningen af de harmoniske toppe blev så fin som muligt.

Analysators indstilling:

Båndbredde: 10 Hz

Meter speed: slow

Reading: absolute

Mode: normal

Analysehastighed: 12 Hz/min.

Skrivers indstilling:

Potentiometer: 50 dB

Forstærkning: DC

LLF: 10 Hz

Writing speed: 500 mm/sec.

Paper speed: 0,3 mm/sec.

Da kun toppene har interesse, blev analysen afbrudt efter hver tegnet top og analysatoren kørt frem til en frekvens lidt før den næste harmoniske. Dette blev også gjort af tidsmæssige grunde, idet analysen af en enkelt sløjfe alligevel varede 5-7 timer.

På kurverne er under hver top anført nummer på den pågældende harmoniske samt af og til frekvensen i Hz aflæst på analysatoren. På fig. 3 ses et udsnit af kurven for sløjfe 2b. Her er frekvensen 1590 Hz aflæst under analysen af den 11. harmoniske. Endvidere er indstillingen af analysatoren ændret undervejs, således at toppen bliver aftegnet i passende størrelse. Ved analysen af den 11. harmoniske på sløjfe 2b er indstillingen ændret 30 dB, så den linie, der fra starten betød 70 dB nu betyder 40 dB, hvilket er anført på den pågældende linie. På kurverne aflæses antal dB for hver af de harmoniske med 0,5 dB's nøjagtighed.

Efter passende omregninger under hensyntagen til totalniveauerne er tabel 9 opstillet. Tabellen angiver den niveauførøgelse, aliquotstrengene forårsager, idet sløjferne sammenlignes to og to. Således står 1b som ovenfor nævnt for tonen A med aliquotstrengene og 8a for tonen A uden aliquotstrengene etc.

I forsøg på at finde et eventuelt system i de forandringer aliquotstrengene fremkalder, er niveauførøgelserne fra tabel 9 opført endnu en gang i tabel 10. Da der må regnes med en vis usikkerhed på resultaterne, er der kun tillagt forskelle større end eller lig med 3 dB nogen betydning, hvorfor kun disse størrelser er opført i tabel 10. Ved betragtning af resultaterne i tabel 10 fremgår ikke umiddelbart et let overskueligt resultat, som f. eks. dæmpning af alle 2. harmoniske eller lignende.

For yderligere at simplificere tabel 10 opstilles en oversigt over de 9 første harmoniske for alle strengene i tabel 11a og 11b. Tabel 11a skal forstås på følgende måde:

A-strengens 4. harmoniske dæmpes (5,8 dB), som det fremgår af tabel 10. Den 4. harmoniske for A er samtidig 3. harmoniske for d-, 2. harmoniske for a- og 1. harmoniske for a<sup>1</sup>-strengen.

Dette ses i første vandrette linie i tabel 11a. Analogt er resten af de negative tal fra tabel 10 inden for de 9 første harmoniske opført i tabel 11a.

Tabel 11b indeholder de harmoniske, der fremhæves, og er opstillet efter samme system som 11a.

A-strengens 4. harmoniske er samme frekvens som d-strengens 3. harmoniske, a-

Tabel 9

| Sløjfer             | 1b og 8a   | 2b og 9a | 3a og 10a | 4a og 11a      | 5a og 12a        | 6c og 13b      | 7a og 14b      |
|---------------------|--|----------|-----------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| Tone                | A  | d        | a         | d <sup>1</sup> | fis <sup>1</sup> | a <sup>1</sup> | d <sup>2</sup> |
| Harmo-<br>niske nr. | Niveauforøgelse som følge af aliquotstrengenes tilstedeværelse |          |           |                |                  |                |                |
| 1                   | - 0,8  | + 2,0    | - 0,6     | - 9,1          | + 1,5            | + 3,3          | + 2,6          |
| 2                   | + 3,7  | - 3,0    | - 7,6     | - 4,6          | - 6,0            | - 1,2          | - 3,4          |
| 3                   | + 3,2  | + 9,5    | + 1,9     | + 7,4          | - 2,0            | - 6,7          | - 3,9          |
| 4                   | - 5,8  | + 2,5    | + 10,9    | - 9,1          | - 3,0            | - 10,2         | - 1,4          |
| 5                   | + 0,7  | - 1,0    | - 0,1     | - 7,6          | + 2,0            | + 3,3          | - 0,9          |
| 6                   | + 2,2  | + 0,5    | - 9,1     | + 0,4          | + 11,0           | - 2,2          | - 17,4         |
| 7                   | + 0,7  | - 4,0    | + 6,4     | - 4,6          | - 7,0            | - 2,2          | - 9,9          |
| 8                   | - 2,3  | + 1,5    | + 8,4     | - 5,6          | + 8,0            | - 12,7         | + 2,6          |
| 9                   | - 8,3  | + 7,5    | - 3,6     | - 2,6          | - 10,0           | - 10,7         | - 0,9          |
| 10                  | - 4,8  | + 3,0    | + 3,4     | + 1,4          | - 5,0            | - 15,2         | - 1,9          |
| 11                  | - 1,3  | - 9,0    | - 1,1     | + 6,4          | + 4,5            | - 5,7          | + 9,1          |
| 12                  | - 14,3   | - 3,0    | + 1,9     | - 2,6          | + 5,0            | + 2,8          | - 4,4          |
| 13                  | + 2,7  | - 8,0    | + 0,9     | - 0,1          | - 14,0           | - 2,2          | + 0,1          |
| 14                  | - 5,3  | - 1,5    | + 0,4     | + 4,4          | - 11,0           | - 7,2          | - 3,4          |
| 15                  | - 3,3  | - 6,0    | + 4,9     | - 9,6          | - 4,5            | - 12,7         | + 2,6          |
| 16                  | + 4,7  | + 1,5    | + 1,9     | - 7,1          | + 1,5            | - 11,2         | - 0,4          |
| 17                  | - 4,3  | + 2,5    | + 1,9     | - 9,1          | + 1,0            | - 11,7         | - 1,9          |
| 18                  | - 2,3  | + 1,0    | + 1,4     | - 6,6          | - 2,0            | - 15,7         | + 6,1          |
| 19                  | - 4,3  | + 13,5   | + 3,9     | + 0,4          | - 1,5            | - 2,7          | + 7,6          |
| 20                  | - 2,8  | + 12,5   | + 5,4     | + 3,4          | + 4,5            | - 0,7          | + 2,1          |
| 21                  | - 1,8  | - 0,5    | + 0,4     | - 5,6          | - 5,0            | - 6,2          | - 6,9          |
| 22                  | + 3,2  | + 6,5    | + 11,4    | + 1,4          | 0,0              | + 6,8          | + 4,6          |
| 23                  | + 1,2  | - 2,5    | + 0,9     | + 2,9          | + 2,0            | + 8,8          | - 8,9          |
| 24                  | + 1,7  | - 3,5    | + 0,4     | - 9,6          | - 4,0            | - 0,7          | - 7,4          |
| 25                  | - 7,8  | - 8,5    | + 11,9    | - 12,6         | - 8,0            | - 2,7          | + 1,1          |
| 26                  | - 2,8  | - 0,5    | + 6,9     | - 4,1          | - 4,0            | - 7,7          | + 1,6          |
| 27                  | + 6,7  | + 9,0    | - 6,1     | - 0,6          | - 7,5            | - 13,2         | - 1,4          |
| 28                  | - 0,8  | + 7,0    | + 2,4     | - 2,6          | - 5,0            | - 16,7         | - 6,9          |
| 29                  | + 10,2   | + 9,5    | + 0,4     | - 5,6          | - 8,0            | - 13,2         |                |
| 30                  | + 5,2  | + 10,0   | + 0,4     | - 4,1          | - 4,5            | - 10,7         |                |
| 31                  | - 2,8  | + 6,0    | + 3,4     | - 5,1          | - 1,0            | - 1,2          |                |
| 32                  | - 4,3  | + 2,0    | + 2,4     | - 8,6          | + 2,0            | - 13,2         |                |
| 33                  | - 20,4   | - 0,5    | - 4,6     | - 7,6          | - 4,0            | - 11,7         |                |
| 34                  | - 6,8  | + 9,0    | + 2,9     | - 4,6          | - 1,0            | - 4,7          |                |
| 35                  | - 0,8  | + 10,5   | + 1,4     | + 0,9          | - 7,5            | - 13,2         |                |
| 36                  | - 1,3  |          | - 2,1     | - 1,6          | - 9,5            | - 7,2          |                |
| 37                  | + 0,7  |          | + 3,9     | - 4,1          |                  | - 0,2          |                |
| 38                  | - 6,3  |          |           |                |                  |                |                |

strengens 2. harmoniske og a<sup>1</sup>-strengens 1. harmoniske som allerede nævnt. Man kunne derfor tænke sig, at de nævnte harmoniske alle dæmpes, da det drejer sig om den samme frekvens. Men af tabel 11a fremgår det, at denne frekvens dæmpes, når den opfattes som A-strengens 4. harmoniske eller som a-strengens 2. harmoniske, mens den ifølge tabel 11b fremhæves, når den opfattes som a<sup>1</sup>-strengens 1. harmoniske eller som

d-strengens 3. harmoniske. (Se 12. og 3. række i tabel 11b).

Man kan således ikke slutte, at en bestemt frekvens konsekvent dæmpes eller fremhæves.

Måske kunne man finde et system, som viser, hvornår en frekvens fremhæves eller dæmpes. Man kunne f. eks. tænke sig, at en frekvens dæmpes, når den opfattes som lige harmonisk, og fremhæves, når den opfattes

Tabel 10

| Harmo-<br>niske nr. | Tone  |       |       |                |                  |                |                |
|---------------------|-------|-------|-------|----------------|------------------|----------------|----------------|
|                     | A     | d     | a     | d <sup>1</sup> | fis <sup>1</sup> | a <sup>1</sup> | d <sup>2</sup> |
| 1                   |       |       |       | - 9,1          |                  | + 3,3          |                |
| 2                   | + 3,7 | - 3,0 | - 7,6 | - 4,6          | - 6,0            |                | - 3,4          |
| 3                   | + 3,2 | + 9,5 |       | + 7,4          |                  | - 6,7          | - 3,9          |
| 4                   | - 5,8 |       | +10,9 | + 9,1          | - 3,0            | -10,2          |                |
| 5                   |       |       |       | - 7,6          |                  | + 3,3          |                |
| 6                   |       |       | - 9,1 |                | +11,0            |                | -17,4          |
| 7                   |       | - 4,0 | + 6,4 | - 4,6          | - 7,0            |                | - 9,9          |
| 8                   |       |       | + 8,4 | - 5,6          | + 8,0            | -12,7          |                |
| 9                   | - 8,3 | + 7,5 | - 3,6 |                | -10,0            | -10,7          |                |
| 10                  | - 4,8 | + 3,0 | + 3,4 |                | - 5,0            | -15,2          |                |
| 11                  |       | - 9,0 |       | + 6,4          | + 4,5            | - 5,7          | + 9,1          |
| 12                  | -14,3 | - 3,0 |       |                | + 5,0            |                | - 4,4          |
| 13                  |       | - 8,0 |       |                | -14,0            |                |                |
| 14                  | - 5,3 |       |       | + 4,4          | -11,0            | - 7,2          | - 3,4          |
| 15                  | - 3,3 | - 6,0 | + 4,9 | - 9,6          | - 4,5            | -12,7          |                |
| 16                  | + 4,7 |       |       | - 7,1          |                  | -11,2          |                |
| 17                  | - 4,3 |       |       | - 9,1          |                  | -11,7          |                |
| 18                  |       |       |       | - 6,6          |                  | -15,7          | + 6,1          |
| 19                  | - 4,3 | +13,5 | + 3,9 |                |                  |                | + 7,6          |
| 20                  |       | +12,5 | + 5,4 | + 3,4          | + 4,5            |                |                |
| 21                  |       |       |       | - 5,6          | - 5,0            | - 6,2          | - 6,9          |
| 22                  | + 3,2 | + 6,5 | +11,4 |                |                  | + 6,8          | + 4,6          |
| 23                  |       |       |       |                |                  | + 8,8          | - 8,9          |
| 24                  |       | - 3,5 |       | - 9,6          | - 4,0            |                | - 7,4          |
| 25                  | - 7,8 | - 8,5 | +11,9 | -12,6          | - 8,0            |                |                |
| 26                  |       |       | + 6,9 | - 4,1          | - 4,0            | - 7,7          |                |
| 27                  | + 6,7 | + 9,0 | - 6,1 |                | - 7,5            | -13,2          |                |
| 28                  |       | + 7,0 |       |                | - 5,0            | -16,7          | - 6,9          |
| 29                  | +10,2 | + 9,5 |       | - 5,6          | - 8,0            | -13,2          |                |
| 30                  | + 5,2 | +10,0 |       | - 4,1          | - 4,5            | -10,7          |                |
| 31                  |       | + 6,0 | + 3,4 | - 5,1          |                  |                |                |
| 32                  | - 4,3 |       |       | - 8,6          |                  | -13,2          |                |
| 33                  | -20,4 |       | - 4,6 | - 7,6          | - 4,0            | -11,7          |                |
| 34                  | - 6,8 | + 9,0 |       | - 4,6          |                  | - 4,7          |                |
| 35                  |       | +10,5 |       |                | - 7,5            | -13,2          |                |
| 36                  |       |       |       |                | - 9,5            | - 7,2          |                |
| 37                  |       |       | + 3,9 | - 4,1          |                  |                |                |
| 38                  | - 6,3 |       |       |                |                  |                |                |

som ulige harmonisk. Dette stemmer i hvert fald med det netop betragtede eksempel.

For at undersøge dette nærmere er tabel 12 opstillet. Frekvenserne er opført med tonenavne.

1. linie angiver, at tonen a fremhæves, når den opfattes som 2. harmoniske (nemlig for A-strengen, tabel 11b 1. linie), mens den er uforandret, når den opfattes som 1. harmoniske (for a-strengen, se tabel 10).

Det ovennævnte eksempel med A-strengens 4. harmoniske ses i tabel 12 i linie 4.

Alle tre søjler i tabel 12 indeholder såvel lige som ulige tal, så det ovenfor skitserede system kan ikke anvendes. Ved betragtning af tabel 12 fremgår heller ikke andre umiddelbare resultater.

Tabel 10, 11 og 12 er tre forsøg på at opstille resultaterne på en overskuelig form. Men desværre har ingen af forsøgene vist nogen form for systematik i resultaterne.

Alt i alt er der konstateret, at aliquot-strengene forårsager en hørbar ændring af klangen (en forskel på 1 dB er hørbar), samt

Tabel 11 a

| Aliquotstreng    |                                  | A                                | d  | a  | d <sup>1</sup> | fis <sup>1</sup> | a <sup>1</sup> | d <sup>2</sup> |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----|----|----------------|------------------|----------------|----------------|
| Tone             | harmoniske nr.,<br>der er dæmpet | harmoniske nr. for aliquotstreng |    |    |                |                  |                |                |
| A                | 4                                | 4                                | 3  | 2  |                |                  | 1              |                |
| A                | 9                                | 9                                |    |    |                |                  |                |                |
| d                | 2                                |                                  | 2  |    | 1              |                  |                |                |
| d                | 7                                |                                  | 7  |    |                |                  |                |                |
| a                | 2                                | 4                                | 3  | 2  |                |                  | 1              |                |
| a                | 6                                | 12                               | 9  | 6  |                |                  | 3              |                |
| a                | 9                                | 18                               |    | 9  |                |                  |                |                |
| d <sup>1</sup>   | 2                                |                                  | 4  |    | 2              |                  |                | 1              |
| d <sup>1</sup>   | 1                                |                                  | 2  |    | 1              |                  |                |                |
| d <sup>1</sup>   | 4                                |                                  | 8  |    | 4              |                  |                | 2              |
| d <sup>1</sup>   | 5                                |                                  | 10 |    | 5              | 4                |                |                |
| d <sup>1</sup>   | 7                                |                                  | 14 |    | 7              |                  |                |                |
| d <sup>1</sup>   | 8                                |                                  | 16 |    | 8              |                  |                | 4              |
| fis <sup>1</sup> | 2                                |                                  | 5  |    |                | 2                |                |                |
| fis <sup>1</sup> | 4                                |                                  | 10 |    | 5              | 4                |                |                |
| fis <sup>1</sup> | 7                                | 24                               | 18 | 12 | 9              | 7                | 6              |                |
| fis <sup>1</sup> | 9                                |                                  |    |    |                | 9                |                |                |
| a <sup>1</sup>   | 3                                | 12                               | 9  | 6  |                |                  | 3              |                |
| a <sup>1</sup>   | 4                                | 16                               | 12 | 8  | 6              |                  | 4              | 3              |
| a <sup>1</sup>   | 8                                | 32                               | 24 | 16 | 12             |                  | 8              | 6              |
| a <sup>1</sup>   | 9                                |                                  |    | 18 |                |                  | 9              |                |
| d <sup>2</sup>   | 2                                |                                  | 8  |    | 4              |                  |                | 2              |
| d <sup>2</sup>   | 3                                | 16                               | 12 | 8  | 6              |                  | 4              | 3              |
| d <sup>2</sup>   | 6                                | 32                               | 24 | 16 | 12             |                  | 8              | 6              |
| d <sup>2</sup>   | 7                                |                                  | 28 |    | 14             |                  |                | 7              |

Tabel 11 b

| Aliquotstreng    |                                     | A                                | d  | a  | d <sup>1</sup> | fis <sup>1</sup> | a <sup>1</sup> | d <sup>2</sup> |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----|----|----------------|------------------|----------------|----------------|
| Tone             | Harmoniske nr.,<br>der er fremhævet | harmoniske nr. for aliquotstreng |    |    |                |                  |                |                |
| A                | 2                                   | 2                                |    | 1  |                |                  |                |                |
| A                | 3                                   | 3                                |    |    |                |                  |                |                |
| d                | 3                                   | 4                                | 3  | 2  |                |                  | 1              |                |
| d                | 9                                   | 12                               | 9  | 6  |                |                  | 3              |                |
| a                | 4                                   | 8                                | 6  | 4  | 3              |                  | 2              |                |
| a                | 7                                   |                                  |    | 7  |                |                  |                |                |
| a                | 8                                   | 16                               | 12 | 8  | 6              |                  | 4              | 3              |
| d <sup>1</sup>   | 3                                   | 8                                | 6  | 4  | 3              |                  | 2              |                |
| fis <sup>1</sup> | 6                                   | 20                               |    | 10 |                | 6                | 5              |                |
| fis <sup>1</sup> | 8                                   |                                  | 20 |    | 10             | 8                |                | 5              |
| a <sup>1</sup>   | 1                                   | 4                                | 3  | 2  |                |                  | 1              |                |
| a <sup>1</sup>   | 5                                   | 20                               |    | 10 |                | 6                | 5              |                |
| d <sup>2</sup>   | –                                   |                                  |    |    |                |                  |                |                |

Harmoniske nr.

| 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7              | 8                | 9                |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| A                | a                | e <sup>1</sup>   | a <sup>1</sup>   | cis <sup>1</sup> | e <sup>2</sup>   | g <sup>2</sup> | a <sup>2</sup>   | h <sup>2</sup>   |
| d                | d <sup>1</sup>   | a <sup>1</sup>   | d <sup>2</sup>   | fis <sup>2</sup> | a <sup>2</sup>   | c <sup>3</sup> | d <sup>3</sup>   | e <sup>3</sup>   |
| a                | a <sup>1</sup>   | e <sup>2</sup>   | a <sup>2</sup>   | cis <sup>3</sup> | e <sup>3</sup>   | g <sup>3</sup> | a <sup>3</sup>   | h <sup>3</sup>   |
| d <sup>1</sup>   | d <sup>2</sup>   | a <sup>2</sup>   | d <sup>3</sup>   | fis <sup>3</sup> | a <sup>3</sup>   | c <sup>4</sup> | d <sup>4</sup>   | e <sup>4</sup>   |
| fis <sup>1</sup> | fis <sup>2</sup> | cis <sup>3</sup> | fis <sup>3</sup> | ais <sup>3</sup> | cis <sup>4</sup> | e <sup>4</sup> | fis <sup>4</sup> | gis <sup>4</sup> |
| a <sup>1</sup>   | a <sup>2</sup>   | e <sup>3</sup>   | a <sup>3</sup>   | cis <sup>4</sup> | e <sup>4</sup>   | g <sup>4</sup> | a <sup>4</sup>   | h <sup>4</sup>   |
| d <sup>2</sup>   | d <sup>3</sup>   | a <sup>3</sup>   | d <sup>4</sup>   | fis <sup>4</sup> | a <sup>4</sup>   | c <sup>5</sup> | d <sup>5</sup>   | e <sup>5</sup>   |

Tabel 12

| Tone             | fremhævet, når den optræder som harmonisk nr. | dæmpet, når den optræder som harmonisk nr. | uforandret, når den optræder som harmonisk nr. |
|------------------|---|--|--|
| a                | 2   |  | 1  |
| d <sup>1</sup>   |   | 1,2  |  |
| e <sup>1</sup>   | 3   |  |  |
| a <sup>1</sup>   | 1,3   | 2,4  |  |
| d <sup>2</sup>   |   | 2  | 1,4  |
| fis <sup>2</sup> |   | 2  | 5  |
| a <sup>2</sup>   | 3,4   |  | 2,6,8  |
| h <sup>2</sup>   |   | 9  |  |
| c <sup>3</sup>   |   | 7  |  |
| d <sup>3</sup>   |   | 2,4  | 8  |
| e <sup>3</sup>   | 9   | 3,6  |  |
| fis <sup>3</sup> |   | 4,5  |  |
| g <sup>3</sup>   | 7   |  |  |
| a <sup>3</sup>   | 8   | 3,4  | 6  |
| h <sup>3</sup>   |   | 9  |  |
| c <sup>4</sup>   |   | 7  |  |
| cis <sup>4</sup> | 6   |  |  |
| d <sup>4</sup>   |   | 8  | 4  |
| e <sup>4</sup>   |   | 7  | 6,9  |
| fis <sup>4</sup> | 8   |  | 5  |
| gis <sup>4</sup> |   | 9  |  |
| a <sup>4</sup>   |   | 6,8  |  |
| h <sup>4</sup>   |   | 9  |  |
| c <sup>5</sup>   |   | 7  |  |

NB.: De toner (blandt de 9 første harmoniske for de 7 strenge), som kun optræder uforandret, er ikke medtaget her.

at denne ændring består i, at de harmoniske fortrinsvis bliver dæmpet (der er flere negative tal end positive i tabel 10). Endvidere forårsager aliquotstrenge en vis forøgelse af efterklangstiden. Disse resultater kan sy-

nes noget sparsomme, men man må huske på, at en viola d'amore med 7 spillestrenge og 7 aliquotstrenge er et meget kompliceret system.