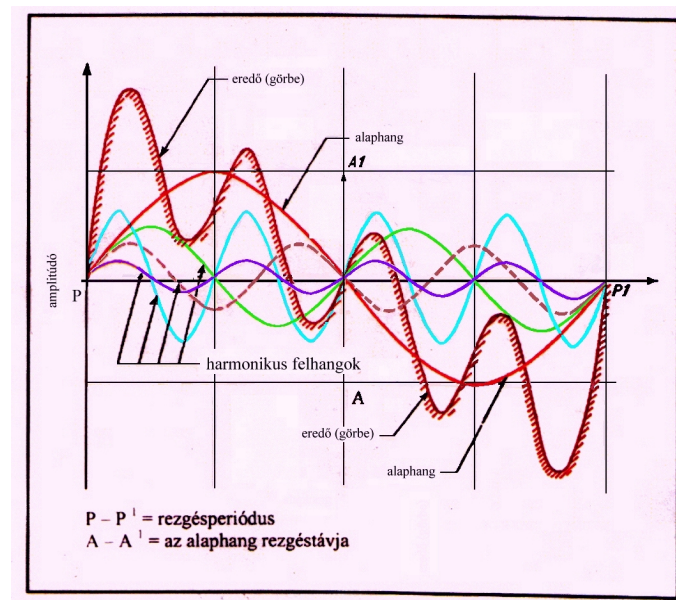


Prof. Dr. Karl Fuhr

A hegedű akusztikai rejtélyei

2009



Harmonikus felhangok

Prof. Dr. Karl Fuhr
A hegedű akusztikai rejtélyei

**A hegedűhang probléma végleges megoldása
fizikusoknak, hegedűépítőknek és zenészeknek ajánlva**

A könyv eredeti (német) címe: Die akustischen Rätsel der Geige.

Megjelent: Carl Merseburger Kiadó, Lipcse, 1926

**A szerző korlátozott számú hegedű (brácsa, cselló) régi, kipróbált formáját
szabadon követte, amelyeknél a könyvben vázolt akusztikai törvényeket
és irányelveket alkalmazta.**

Fordította: Vékes József okl. mű- és szakfordító

Lektorálta: dr. prof. Pongrácz Pál

Kereskedelmi forgalomba nem kerülhet

A fordító magánkiadványa

ISBN 978-963-06-3313-0

TARTALOM

Előszó

1. Bevezető
2. A tető és hát önhangjának különböző módszerekkel történő megállapítása
3. A tető és a hát önhangjának – eljárásom szerinti – meghatározása
4. A lakkozatlan hegedű akusztikája lélek és húrláb nélkül
5. A lakkozatlan hegedű akusztikája a lélek behelyezése után.
6. A hegedű akusztikája lakkozás után; lélek nélkül és játszhatóság előtt
7. Milyen feltételek alkotják a rezgés számára – az általam felmutatott – önhangokat?
8. Az *f*-nyílások
9. A basszusgerenda
10. A húrláb
11. A lélek
12. Nyakállás és húrfeszítés
13. A külső forma és a boltozat
14. Az anyag
15. Milyen intézkedéseket foganatosítottak a fával, hogy a hangot jobbá tegyék?
16. A lakk
17. A húrrezgések
18. A hang
19. A mélyhegedű (brácsa)
20. A cselló
21. Kritikus hangok a hegedűnél, mélyhegedűnél és a csellónál. Farkashangok
22. Különböző kísérletek a hegedűprobléma megoldására

Függelék

Irodalomjegyzék

ELŐSZÓ

Számtalan sikertelen próbálkozás után igen merész vállalkozásnak látszik az olyan kísérlet megisméltése, melyekre fizikusok, de különösképpen hegedűépítők vállalkoztak, hogy megoldják a „hegedűgondot.” Feltétlenül szükségesnek tartom, hogy aki ebbe a feladatba kezd, megfelelő elméleti ismeretekkel és hegedűépítői jártassággal rendelkezzen, vagyis az elméletnek és a gyakorlatnak itt – mint különben az életben oly gyakran – feltétlenül együtt kell működnie.

Senki nem vitathatja, hogy a hegedű olyan akusztikai hangszer, mely a legfelelőbb tökélyében képviseli egy zengő test legjobb alkatát. A hegedűgond tulajdonképpen rezgésproblémaként mutatkozik meg, mely a játszásra kész hegedűknél mostanáig a rejtélyként maradt akusztikai összefüggések elemzését és magyarázatát kívánja. Eszerint a laikusok számára is minden további nélkül érthetővé válhat, hogy a hegedűnél – ha egyáltalán valamiféle törvényszerűségről beszélhetünk – a rezgéshatás törvényének és nem valamiféle matematikai szerkesztésnek kell mértékadónak lenni. A feladat megoldásánál természetesen a hegedűnek abból a jól bevált szabványformájából kell kiindulnunk, ahogy azt a legnagyobb hegedűépítők – Antonio Stradivari és Giuseppe Guarneri (del Gesù) ránk hagyták.

A hegedűről szóló számos, gyakran értéktelen írás közül a Hill testvérek Stradivariról szóló műve nyújtja a legnagyobb szolgálatot. Ha kiadványuk akusztikai vonatkozásban nem is tartalmaz felvilágosításokat, azért számomra a kétségtelenül eredeti hangszerekről nyert adatok rendkívül értékesek voltak.

Bielefeld, 1926. március hó.

Prof. Dr. Karl Fuhr

1

BEVEZETŐ

Amikor több mint húsz évvel ezelőtt elkezdtem a vonós hangszerek akusztikájával foglalkozni, azonnal világossá vált számomra, hogy a hegedűépítés gondja nem az iskolapadban, hanem mindenekelőtt a munkapad melletti szorgalmas munkával oldható meg. Minden idegen útmutatás nélkül hozzáláttam tehát a hegedűépítés gyakorlati elsajátításához. Számomra ez nem okozott nehézséget, ugyanis ifjú korom óta bizonyos ügyességet tanúsítottam a gyakorlati munka iránt. Így aztán lehetővé vált az akusztikai kísérleteimhez szükséges munkákat elvégezni anélkül, hogy más közreműködő személytől függtem volna. A hegedű olyan akusztikai műalkotás, amelyet a készítője a szükséges faanyag vizsgálata és kiválasztása után, valamint a közelebbi adatok és rajzok alapján hoz létre. Csak olyan munkát adhat ki a kezéből, amelyeknek nincs határozott befolyása az akusztikára, bár annak kivitelezését idegen segítséggel könnyen felülvizsgálható, például a nyak és a csiga¹ kialakítása, a külső körvonalak, a külső boltozat megformálása, valamint a kávak, a tőkék stb. kidolgozása. Közben mindez utólagosan könnyen ellenőrizhető, addig a többi munka megoldását csak a hegedű építője ismeri, például a gerenda behelyezését, a favastagság kidolgozását (az egész munka legfontosabb része), a lakkozást, a húrláb felhelyezését és végül de nem utolsósorban – „lat sut no lest” – a lélek behelyezését. Különböző kezeskedne-e neki valaki azért, hogy a gerendának megvan-e az óhajtott feszítése; hogy a lélek megfelelő állásban pontosan olyan hosszú-e, ahogy azt akarja; hogy a húrláb rendelkezik-e a megkövetelt rugalmassággal; hogy az összeállított lakkja úgy van-e felhordva, ahogy helyesnek ítélte? Ki óvna meg attól, hogy a két lemez egyike – melynek helyes vastagságmérlete még nincs véglegesen meghatározva, ami a hegedűépítés legnehezebb feladatát jelenti – nehogy túl vékonyra sikerüljön, és visszavonhatatlanul tönkremenjen.

Vizsgálataim lassan haladtak előre, mivel munkámat teljesen egyedül végeztem, és erre csak az évi szabadságomat, valamint a szakmunkám mellett megmaradt időt tudtam fordítani. Abban a kellemes helyzetben voltam, hogy számomra a „mesterség nem a kenyérkeresetet” jelentette, így teljes nyugalommal végezhettem kutatásaimat. Sok jó anyagot (rossz vizsgálattal végezni céltalan) áldoztam fel, hogy bizonyos elképzeléseim legyenek. Gyorsabban haladhattam volna a munkámmal, ha kezdettől fogva számos kiváló hegedű áll rendelkezésemre. De talán akkor több dolog mellett figyelmen kívül mentem volna el, melyekről csak saját kísérleteim során kaphattam felvilágosítást. Eljárásomat kezdetkor titokban kellett tartanom, ezért a vizsgálatokhoz egyáltalán nem volt könnyű kiváló hangszereket szerezni. Egyszer egy ifjú hegedűs – akinek egy kitűnő régi itáliai hegedűje volt – azt óhajtotta, hogy legyen jelen a hangszere vizsgálatánál, de szigorú titoktartást várt volna tőlem. Ilyen feltétellel nem volt kedvem kérését teljesíteni és inkább lemondtam a próbán való részvételtől.

Számomra hamar bizonyossá vált, hogy ez a hegedű akusztikájánál nem az egyes kiválasztott alkotórészek (mint a tető és a hát) egymáshoz való valamilyen matematikai vagy akusztikai viszonyától, vagy önmagán múlik, hanem csupán a használatra kész hangszer akusztikájától függ, amikor azt a játékos az állával megtartva a kezébe veszi. Ennél a kérdésnél mindig akadt bonyodalom. A kész hegedű akusztikájáról ez ideig igen kevés ismeretünk

¹ Esztétikai szempontból szemlélve a csiga kidolgozása egyáltalán nem jelentéktelen, és általában a művész egyéniségét megkülönböztető ismertető jegynek számít, ahogy azt a régi itáliai mestereknél is megállapíthatjuk.

volt. Helmholtz – minden akusztikus közül a legnagyobb – is alig érintette a hegedű tulajdonképpen akusztikai gondját, jóllehet a húrrezgéseket alapos vizsgálatnak vetette alá. Számomra mindig érthetetlen maradt, hogy Savart francia akusztikus – aki ezzel is behatóan foglalkozott – csak egy önhangot állapított meg, amely mint egység a légtérből és a fatömegből, különösen a tetőből és a hátból ered, mialatt ez – ahogy majd bemutatom – ilyen önhangok egész rendszerét adja, melyek a hangszer hangjára és minőségére meghatározó befolyással vannak. Közben más tényezők, mint például a boltozat, a külső körvonalak stb. kevésbé tűnnek fontosnak. Vizsgálataim magját az önhangok megállapítása képezi. Ezzel fogom majd – ahogy remélem – a hegedű akusztikai problémáját egészében megvilágítani, amit a továbbiakban rezgésproblémaként fejtegetünk.

Bár Savart legtöbb megállapításától eltér a véleményem, annak ellenére a hegedű akusztikájával kapcsolatban eddig megjelent művek közül mégis az ő munkáját tartom a legfontosabbnak, még akkor is, ha a gyakorlati hegedűépítés kevés hasznot húzott is abból. Írásomban nem fogok kitérni a „savart-i elméletek” összefüggő bírálatára, de az adott fejezetekben és a mellékelt tárgymutatóban figyelembe fogom venni azokat, melyek használatát ajánlatosnak tartom. Könnyen lehet majd összefüggést alkotni, ha „Savart elméleteinek” említésénél a zárójelben közölt oldalakat átnézik.

Magától értetődően egy tudományosságra igényt formáló könyvben az új elméleteket is, mint például a lemezek harmonikus arányok szerinti összehangolás elméletét, behangolás-elméletét, prof. dr. Koch úgynevezett homogenizálási eljárását, A. Seiffer, valamint tüzetesen megtárgyalva Max Möckel nemrég nyilvánosságra hozott – sajnos matematikai nézőpontra nyugvó – írását is alaposan meg kellene tárgyalni. Egyéb jelentős írásokat, melyek tartalma felett korántsem térek napirendre, csak röviden vagy egyáltalán nem fogom megemlíteni. Amit bemutatok, azt néhány gyakorlat elsajátítása után bárki kísérlet keretében újra ellenőrizheti.

Remélem, a munkámmal a hegedűépítésnek használható szolgálatot fogok nyújtani. Most lehetséges lesz, úgymond a hegedű minden zugába bevilágítani vagy az építőinek kezdettől fogva utat és irányt mutatni. Ehhez nem szükséges bonyolult tudományos felszerelés, csak egy egyszerű, vékony üvegrúd, melynek alkalmazásáról további adatokat fogok közölni.

Írásomnak nem célja, hogy kimerítő útmutatást adjon a hegedűépítéshez, ami teljesen fölösleges lenne, de számos gyakorlati kérdéssel kívánok foglalkozni. Egy ilyen útmutatást többek között Herold Allen angol nyelvű könyvében is találhatunk. Riechers és Schulze szintén szóba hoznak néhány dolgot az írásaikban. Legjobban azonban Apian-Bennewitz: A hegedűépítés alapismeretei („Die Geige”) c. kimerítő műve tárgyalja az anyagot. Otto Möckel hegedűépítő mester, rátermett szakember, átdolgozott, értékben jelentősen gyarapodott második kiadásban ismét megjelentette Bennewitz könyvét.

Ha végül ez is – ahogy az imént hangsúlyoztam – csak a kész hegedű akusztikájától függ, akkor az akusztika kialakulását kezdettől fogva, már a lemezek megmunkálása során kell megmutatni. Az egyes fafajtákat önhangjuk szerint pontosan összehasonlíthatjuk, és bizonyos következtetéseket levonhatunk a kész hegedű hangjára.

Az önhangok meghatározása különösen hasznos lesz majd ugyanazon faanyag megmunkálásakor. Ugyanazon fának azonos megmunkálása során és pontosan ugyanazon önhang mellett a kész hegedűnél ugyanazon eredményeket kell majd nyújtani. Ehhez használhatjuk a korábbi hangszerünket az utánzáshoz, ahogy azt Stradivari is bizonyára gyakran tette. Idegen munkák utánzása soha nem fog teljesen biztos eredményhez vezetni. Mindenesetre ez még mindig sokkal célravezetőbb lehet, mintha valaki egyszerűen a vakvilágba dolgozik, vagy tisztán érzés szerint cselekszik. A másolat készítésénél az lenne az előfeltétel, hogy ugyanolyan fát

válasszunk, mint amivel az eredeti hangszer rendelkezik. Ez azonban szinte lehetetlen, ahogy a további fejtegetésemből is majd kitűnik. Ha valaki egy Stradivari-hegedűtöt a hangszer valamennyi önhangjával pontosan akarna utánózni – egy olyan hangot eredményként kapni, mellyel rendszerint elégedettek vagyunk, egy jámbor bűvészfogás lenne –, azt tapasztalnánk, hogy az aligha lehetséges. Szigorúan véve a Stradivari tető önhangjait még az *f*-nyílások kivágása és a gerenda behelyezése előtt, lakkozatlan állapotban kellene ismernie. És hogy állunk a hátlemezzel? Azt általában nem szokták leválasztani. De ha valaki egy Stradivarinál mégis leválasztaná, akkor sem tudna megegyezően azonos akusztikai sajátosságokkal rendelkező fát találni, hogy pontosan megjelje, ugyanazokat az akusztikai sajátosságokat nyerjen.

A TETŐ ÉS HÁT ÖNHANGJÁNAK KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZEREKKEL TÖRTÉNŐ MEGÁLLAPÍTÁSA

A tető- és a hátlemezek összehangolásánál az eljárás következő fajtáit különböztetem meg:

A. Befogott, vagy megtartott lemez összehangolása, vonóval meghúzva, illetve kopogtatással végezve.

1. A beragasztott lemezek összehangolását Savart úgy alkalmazta, hogy csavaros szorítóba két kúpalakú parafa közé a fugavonalban (Mittelnahrt) – ahol két csomóvonal metszi egymást – beszorította azokat, majd a lemez szélét hegedűvonóval meghúzta. (bővebben Savart-nál a 222 oldalon, Heron Allen-nél a 133 oldalon és a lábjegyzetben). Heron Allen azzal egyszerűsítette le a dolgot, hogy a lemezt súlypontjával egy darab parafára helyezte, és az ujjával szorosan lenyomta, majd a lemez szélét vonóval meghúzta. Savart ismeretesen a Stradivari- és Guarneri-hegedűk² leválasztott tetőinek – amelyeket a hátlemezekkel együtt Vuillaume párizsi hegedűépítő bocsátott a rendelkezésére – önhangját (beállított) **cis¹-d¹**-el jelölte meg. A leválasztott hátlemez pedig **d¹-dis¹**-et eredményezett³. Sajnos nem tudjuk, hogy a megvizsgált tetőn még a régi sokkal kisebb vagy a jóval vastagabb modern gerenda volt-e található. A hátlemeznél magasabb önhangnak kellett volna lenni, mint a tetőnél. Savart a tető és a hát között egy teljes hangkülönbséget állapított meg, azonban később egy fél vagy egész hangról beszélt. Írásai nem mentesek az ilyen szembetűnő pontatlanságoktól. Legalábbis ezzel magyarázhatók a két francia zeneíró, Fétis és Vidal ellentmondó adatai, akik Savart megállapításaira támaszkodtak. Fétis (86 old. és tovább) a tető és a hát közötti különbségeként egy teljes hangot, ezzel

² Némelykor találni olyan adatokat, miszerint Savart ilyen hegedűk tető és hátlemezeit felszabdalta. Niederheitmann a „Cremona” c. legutóbbi kiadványában a XXII oldalon még az áll, hogy Savart azokat „felszabdalta, elemezte és a legapróbb rostjaira boncolta.” Vuillaume, aki nem csupán kiváló hegedűépítő, hanem jó üzletember is volt, nem lehetett olyan balga, hogy értékes hangszereket így módon tönkretessen. Savart – aki a legjobban ismerhette volna ezt az esetet – egyetlen szót sem ejt róla. Ez a mese talán úgy keletkezett, hogy Vuillaume és Savart a Stradivari-hegedűk szét tört, már nem használható tetőiből és hátlemezeiből az egyes darabok összeenyvezésével „Normalstabe”-ket készítettek, melyeknél – ahogy ez várható volt – a lucfenyő magasabb önhanggal rendelkezett, mint a juharfa. Esetleg az említett fordításban Savart mondata (220 old.) így hangozhatott: Számos nagy értékű Stradivarit és Guarnerit bontottak szét és közvetlenül állapították meg a hát és a tető hangjait – amit rosszul értelmeztek. „Szétbontani” ebben az esetben a hát és a tető leválasztását, de nem a szétvagdosását jelenthette.

³ A hangjegyzatok fölötti számok az egy-vonalkázott, két- vonalkázott stb. oktávokat. A félhangokat két betűvel, illetve szótagokkal (például **d/disz**) jelöljük, vagy egy hang csekélyebb eltérésénél mögötte álló vonással, a fölül álló egy emelkedést, az alul álló pedig a hang mélyítését jelöli; nagyobb eltérésnél két vagy három vonás is lehetséges. Gyakorlati célból ajánlatos a kromatikus hangvillát használni (amely azonban nem működik mindig pontosan). Hogy egy félhangot később is rekonstruálhassunk, a milliméterek töredékében adjuk meg tolösúlyok hangnyelveinek térközeit a következő magasabb hangrész meghúzásától. Mértékként ehhez egy szögletes, elvékonyított, milliméter-beosztású fémlemez szolgálhat. Például **a¹/b¹** (1,80) félhang a bejelölt **a** és **b** között, amelynél a nyelv 1,80 mm távolságra van az **a b** vonástól. A **b¹** (2,30) bejelölés a valamivel magasabb **b**, melynél a nyelv 2,30 mm távolságra van a h vonaltól. A **c²**, (0,70) mélyített kétsávós c. A nyelv 0,70 mm távolságra legyen a h vonaltól. Magas hangokat, melyeket hangvillával nem lehet megadni, a mélyebb oktávjukkal mérhetjük.

szemben Vidal (I. 110 old.) csak egy fél hangot ad meg. Savart szerint átlagosan valóban egy fél hangot lehetne megjelölni. Savart abban látja az indítékát, hogy a lemezeknek önhangban ilyen különbség kellhet, és hogy azok nem egyezhetnek, mert azonos hangú lemezekkel végzett kísérlete rossz hegedűt eredményezett. Savart azt is gondolhatta, hogy az összhangzás csakhamar fellépő csekély zavarása mellett kellemetlen lebegések (interferenciák) lépnének fel. A tudós ugyanazt a hibát követte el, mint amelyet utána oly sokan mások, hogy minden további nélkül elfogadta, hogy a felenyvezett lemezeknek ugyanazt az akusztikai különbséget kellene felmutatni, amivel előtte rendelkeztek. Mindenesetre más oka volt, amiért egyes hegedűk ki nem elégítően sikerültek. Az akusztikai arányok a kész hangszeren – amelyeket azonban Savart nem ismert – persze nem voltak elegendők, mert valószínűleg a csekély vastagságú tető miatt annak önhangja túl alacsony volt. Az adott hangszeret kellett volna megvizsgálnunk ahhoz, hogy erről biztosabbat mondhassunk.

A hegedűépítők számára a tetőre és a hátra vonatkozó savarti adatok meglehetősen csekély értékűek. Már Zammier (37 old.) is rámutatott arra, hogy a kevésbé szabályosan épített hegedűknél ilyen arányokkal találkozhatunk. Ha egy hegedű hangja az önhangok ezen szakaszától függne, akkor valóban nem lenne nagy művészet jó hegedűt építeni.

2. Dr. Grossmann a behangoláshoz közben tartott lemezeket használt, eközben a hátlemezt a hüvelyk és a középső ujjhegye között a lélek (hangbot) álláshelyénél tartotta (feltételezte, hogy a hegedűnél ott egy csomópont lehet), a tetőt pedig ahol majd a húrláb bal talpa áll. Ezt követően a mutatóujj bütykével megütötte, hogy az önhangot megállapítsa. Ha eközben különös módon a tetőt egy kvinttel vagy kvarrtal mélyebbre hagyta, mint a hátat – Savartnál átlagban fél hang volt –, akkor ez magyarázatot ad az egyes lemezek eltérő önhangjára. Grossmann a hátlemez vizsgálatánál a felső terület hangját, a tetőnél valószínűleg az alsó terület hangját vette alapul. A harmonikus összehangolás megtárgyalásakor erre még egyszer visszatérünk

A befogással vagy a lemez középső részének megtartásával történő összehangolást azért tartom hibásnak, mert ha a középső részt, mint legfontosabb helyet – melynek a kész hegedűnél a legerőteljesebben kell rezegni – akadályozzuk a rezgésben, akkor a középső terület hangját egyáltalán nem, vagy a megtartás helyénél⁴ rendkívül gyengén lehetne hallani.

B. A szabadon lebegő lemezek behangolása.

1. *Fonalfelfüggesztéssel.* Ehhez legegyszerűbb fölül, vagy – még jobb – alul a fugavonalban egy kis lyukat fűrni; a tetőnél, ahol később az alsó nyereg számára a kivágást fogjuk végezni, a hátlemeznél pedig ahol majd a berakás halad. A fonalat itt rögzítsük, és a lemezt a mutatóujj csontjával üssük meg. Ekkor mindenekelőtt a középrésznek megfelelő, vagyis szerintem a legfontosabb hangot fogjuk hallani. A behangolásnak jó ez a módszere, és azt is lehetővé teszi, hogy a többé-kevésbé erőteljes hang mellett megismerjük a fa rezgőképességét. A hegedűépítők bizonyára gyakran alkalmazták ezt a módszert.⁵ Ennél az eljárásnál az is bebizo-

⁴ A rögzítve történt behangolás másik módja szerint a hátlemezt a makknál, a tetőt egyik alsó saroknál könnyedén rögzítsük és a középrész táján a mutatóujj csontjával kopogtassuk meg. Ekkor a közép együtt rezeghet, úgy hogy a megfelelő hangot, még akkor is, ha közben kissé meg is változik, de jól lehet majd hallani.

⁵ Spohr az önéletrajzában közli (I. fejezet), hogy a szálfelfüggesztés módszeréhez egy puska töltővesszőjét használta, amelyet a Jéna melletti csata után a mezőn talált. A töltővessző önhangja a **b**¹-et (egyvonalas) eredményezte; ezt az eszközt hangvillaként használta, amikor Spohr feleségének a hárfáját behangotha.

nyosodik, hogy a lucfenyő azonos vastagságarányok mellett általában magasabb hangot ad, és hogy a hegedűtetőnél hangzásban csak azért ad valamivel mélyebb hangot a háthangnál, mert a tető szabály szerint vékonyabb, mint a hát középrésze.

2. *Behangolási módszerem üvegrúddal*, amely lehetővé teszi a lemezek minden önhangjának könnyű és biztos meghatározását. Az eljáráshoz rezgésgerjesztőként egy körülbelül 1,3 mm vastag és 7 cm hosszú, üreges üvegpálcika szolgál. Ha a pálcika nagyon vékonyfalú, akkor valamivel nagyobb lehet az átmérője, mert egyébként túl gyenge lenne. Nedvesítsük be a jobb kezünk ujjait, helyezzük a lemezt a balkéz szétterpesztett ujjhegyeire. A pálcát helyezzük fel valahol a lemez közepére és lazán az ujjaink között tartva, fentről lefelé dörzsöljük meg. A dörzsölés során a pálcika longitudinális rezgésekbe kerül, amely a lemeznek tranzverzálisan fogja továbbadni. Eközben a dörzspálcika és a lemez akusztikai egészlet képez, amelynél azonban az eredendő rezgésszám a pálcika és a lemez kétoldali rezgésszámaiból nem ad egy átlagos rezgésszámot. Jobban mondva a lemez rezgésszáma a ráhelyezett pálcasúlyának függvényében csökken. Eközben hasonló módon arra a hangvillára emlékszem, melynek azonnal lejjebb szállt a hangja, amikor az egyik ágát például pecsétviaszal, vagy viasszal megterhelték. Hasonló módon nyomja le a húrláb (vesd össze 11. fejt.) – amely mint a dörzspálcika a tető számára a rezgésgerjesztést képezi – a súlyával a tető önhangját. Tehát a pálcikát ne vegyük a szükségesnél nehezebbre. Könnyen meggyőződhetünk arról, hogy kis súlyként is hat és lenyomja az önhangot, ha a tető önhangját először egy igen könnyű, majd egy jóval nehezebb és hosszabb pálcával vizsgáljuk. Az utóbbi esetben mindig mélyebbek a hangok, bizonyos körülmények között $\frac{1}{2}$ hanggal vagy még többel is. Könnyű pálcikával olyan csekély az önhang lenyomása, hogy nem szükséges figyelembe venni. Már Savart is üvegpálcát használt a hegedű rendszerhangjának (léghang) megállapításához. A pecsétviaszal rögzített pálcát dörzsöléssel hozta rezgésbe. Ilyen körülményes eljárásra, amelynél a dörzsölést inkább a hegedűgyantapor eredményezte, egyáltalán nincs szükség. A dörzspálcika alsó végét azonban alul egy parányi pecsétviasz golyócskával vagy hasonló anyaggal lássuk el, nehogy az üveg éles pereme megrongálja a hegedű lakkozását. Nagyobb hangszereknél nagyobb dörzspálcát használjunk. Fontos, hogy a pálcika helyes arányban álljon a rezgésbe hozandó tömeggel. A mélyhegedűhöz valamivel vastagabb, a csellónál már jelentősen vastagabb és hosszabb legyen, mint a hegedűnél. A pálcika falvastagsága itt mintegy 2,25 mm-t, vagy valamivel többet, hossza pedig 10-15 cm-t tegyen ki. Nem tartok igényt arra, hogy egy ilyen dörzspálcika felhasználhatóságát az önhangok meghatározására elsőként fedeztem fel. Már említettem, hogy Savart egy pecsétviaszal rögzített és dörzsöléssel rezgésbe hozott dörzspálcát használt, hogy a hegedű hangzó testének önhangját megállapítsa, de anélkül, hogy ily módon más önhangokat talált volna. Sach a „Die Musikinstrumente” (Hangszerek) c. könyvében egy már használaton kívüli hangszert – az úgynevezett „Euphon”-t – említi meg, amelynél „az üvegpálcika hosszanti rezgéseit, a megnedvesített ujjakkal dörzsölték meg, a maga részéről vaspálcával hozott keresztirányú rezgésekbe.” Ez az eljárás Chladni fizikus találmánya volt. Fizikus körökben is kellett hébe-hóba dörzspálcát alkalmazni az önhangok megállapításához, amelyre barátom és kollégám, dr. E. Wickler professzor, Berlin-Fridenau-ban, annakidején felhívta a figyelmemet. De tény és az is marad, hogy mostanáig senki, még Helmholtz akusztikus sem tudta ezt az eljárást a hegedűakusztika kutatása során hasznossá tenni. Amire ennek folytán igényt támasztok, az a bizonyíték, hogyan lehet ezt az egyszerű segédeszközt a lemezek önhangjának megállapítására és a hegedű akusztikai elemzésére alkalmazni. Természetesen ez minden lehetséges más vizsgálat számára hasonló módon bevonható. Még senki nem határozta meg pontosan egy hegedűtető vagy hegedűhát önhangját, még kevésbé a kész hegedűét, ami most már lehetséges. Az egyes írók, mint Savart és dr. Grossmann, hegedűgondokkal foglalkozó adataiban lévő ellentmondások most már könnyen meghatározhatók.

A behangolási módszeremnél, vagy a szálfüggesztési eljárásnál is kifogást emelhetnének, hogy a felfüggesztett, vagy az ujjaink hegyére helyezett lemez sem szabadon lengő. Az akusztikai vizsgálat számára azonban ez szabadon lengőnek minősül. A szál a rögzítő helyen nem akadályozza a rezgéseket, és az ujjaink hegyére helyezett lemez mindig ugyanazokat a hangokat fogja eredményezni, még ha az ujjak fekvését és az egymástól való távolságát meg is változtatjuk. Ez tehát olyan, mintha a hangot a levegőben szabadon lebegő lemezen keltenénk. Csak a középén képzett hangoknál szükséges a hüvelykujjunkt a többi ujjaktól távolabbra helyezni, különben a teljes teher középén igen közel lenne, és rosszul oszlana el, a hang pedig könnyen válna magasabbá.

3

A TETŐ ÉS A HÁT ÖNHANGJÁNAK – ELJÁRÁSOM SZERINTI – MEGHATÁROZÁSA

Az önhang eddigi meghatározásainál, illetve a (fel nem enyvezett) lemezek behangolásánál nagy hiányosság volt csak egy önhangról beszélni.⁶ A hegedű sajátos formája révén mindenekelőtt négy egymástól különböző hang adódik, miközben az a gerjesztés helyére közeledik:

1. A középső rész hangja, amelyet a legfontosabbnak tekintek, mert a kész hangszernél itt játszódik le a fő rezgéstevékenység.
2. A felső (kisebb) terület hangja.
3. Az alsó (nagyobb) terület hangja.
4. Az alsó pofák hangja.

Ehhez azonban még egyéb, kevésbé fontos hangok is jönnek, például igen magas hang egészen lent a középben a szegély közelében, vagy gyakran egy másik a felső vagy az alsó sarkok között stb.

Hogyan állapíthatjuk meg tehát egy fel nem enyvezett lemez önhangjait? Helyezzük a lemezt – ahogy már utaltunk rá – a bal kéz szélesre terpesztett ujjainak hegyére, miközben a hüvelyk-ujj lehetőleg messze álljon a többi ujjaktól; amely akkor a fugavonalnál a felső, vagy megfordítva, az alsó mező közé kerül. A pálca felhelyezésével és a jobb kéz megnedvesített hüvelyk- és mutatóujjaival megdörzsölve végül ott határozzuk meg a hangot, ahol óhajtjuk, például középben, a felső mezőn stb.

Mindenekelőtt munkáljuk meg a tetőt, amelynek a külső formája és a boltozata már készen van, egy meghatározott vastagságra, mindenütt mintegy 4 mm-re. Most nem szükséges a pontosság, mivel még csak ideiglenes megmunkálásról van szó. Az adott módon határozzuk meg az önhangokat, valamint a súlyt és így már áttekintést kapunk a fa akusztikai sajátosságairól és keménységéről. A középrész hangja nagyobb magasságával kiemelkedik a többi hangból, majd a további megmunkálás során még jobban eltávolodik azoktól. Ha gyakrabban elvégezzük ezt a munkát, akkor a hangmagasságuk és súlyuk szerint pontos összehasonlítást tehetünk az egyes fák között. Ha a középrész hangja magas – melyet szálfelfüggesztéssel és kopogtatással is megállapíthatunk – és emellett könnyű a lemez súlya, akkor biztosan jól használható rezgőfával van dolgunk. Például a következő hangokat kaphatjuk meg: a közép g^1 , a felső közép e^1 , az alsó közép fis és alsó pofák a mélyített e^1 hangot. Az eredmények a különböző fafajták szerint azonban a hangok intervalluma tekintetében is teljesen eltérőek lehetnek. Ebben az esetben a lemezt óvatosan dolgozzuk vékonyabbra, mígnem megközelítjük az általunk feltételezett normál vastagságot. Munka közben mindig újra vizsgáljuk meg az önhangokat, melyek természetesen a munka előbbre haladtával mélyebbé válnak. Ha az önhangok viszonylag még mindig magasak, akkor a lemezt valamivel vékonyabbra vehetjük. A vastagságok levétele⁷ általában csekélyebb legyen, mint a hátlemeznél, mert a tető középben vékonyabb. A munka során már lebegjen a szemünk előtt a kész hegedű és legyünk tudatában, vajon megmutatkoznak-e ezek a magasabb önhangok, vagyis erősebbre kell-e építenünk, vagy ellenkezőleg. Az

⁶ Itt-ott találni olyan adatokat is, hogy kopogtatáskor a lemez több önhangot mutat fel, anélkül azonban, hogy e hangokat pontosabban definiálták volna.

⁷ Sőt, a tetőt egyenlő vastagságban is készíthetjük, ahogy azt igen sok régi itáliai hegedűépítő tette.

utóbbi esetben dolgozzuk a lemezeket vékonyabbra, miáltal a hang ismeretesen mélyebbé válik. Azonban óvakodjunk a túlzásoktól. Ha a kész hegedűnél még magasak az önhangok – ami fennforoghat, ha a lemezt túl vastagon tartottuk –, akkor különösen a g-húron kellemetlen, gyenge orrhangot kapunk. Azonban számos játékos erre már úgy rászokott, hogy egyáltalán nem tűnik fel nekik. Ha a lemez túl vékony, akkor a hang a mélyebb húrokon erősebbé válik, egészében azonban mélyebb és tompább lesz. Végül a tető önhangjai a következők lehetnek: közép **f**¹, felső közép **c**¹, alsó közép **cisz**, pofák **c**¹. Vagy: közép **e**¹, felső közép **h**, alsó közép **cisz**, a pofák mélyített **h**. Azonban az önhangok még mélyebbek is lehetnek, például a közép hangja **disz**¹ vagy **d**¹/**disz**¹. Jelentősebb különbség akkor adódik, ha a tetőt azonos vastagságban készítjük, vagy ha a középrészből leveszünk. Pontos szabályok felállítása az önhangok magasságát illetően sablonhoz vezetne, ahogy ez a konkrétan meghatározott vastagságok lerögzítésének esetében lenne.⁸ Fejtegetéseim csak akkor kerülnek megfelelő megvilágításba, ha kapcsolatba hozzák azzal, amit a kész hegedű akusztikájáról mondtam. Ha úgy tűnik, hogy megadtuk a tető körülbelüli vastagságát, akkor vágjuk ki az **f**-nyílásokat. Ezáltal majd számos önhangot tetemesen leszorítunk. A hangnyílásokat a felső és az alsó **f**-pontok között egyelőre még valamivel keskenyebbre hagyhatjuk, és csak a kész hegedűnél adjuk meg a végleges formáját (vesd össze az **f**-nyílások c. fejezettel).

A hátlemeznél hasonló módon járunk el, mint a tetőnél; mindenekelőtt mintegy 7 cm átmérőjű körre középponttal a lélek átlós irányára, 5 mm ideiglenes vastagságra (vagy valamivel vastagabbra) dolgozzuk ki, a többi felületet pedig körülbelül 4 mm vastagságra hozzuk. Ennél az ideiglenes méretnél sem követelmény a pontosság. A hornyolat irányában a felső és alsó részen magától fog adódni a 4 mm vastagság. Fő dolog, hogy legyen egy irányvonalunk, hogy mindenekelőtt a lemez sajátossága felől valamelyest orientálódhassunk. A lemez önhangját és súlyát csak a megmunkálása után határozzuk meg.⁹ Magától értetődően, a megadottaktól eltérően más méreteket is alapul lehet venni. Ekkor már hozzákezdhetünk a tulajdonképpeni megmunkáláshoz, és eközben figyeljük meg az önhangokat, különösen a középrész hangját. Ez az anyag természete és az elérendő végeredmény szerint végül az **e**¹ és **g**¹ hang között lesz. A felső mezőben mintegy a (mélyebb) kvart a tercig, lent a szeptim az oktávig és az alsó pofákon általában a kicsitől a nagy tercig, a középhangig fog eredményezni. A hátlemezt úgy munkáljuk meg, hogy fent a mély kvart és lent a mély oktáv középutat nyerjük. Aki tehát a vizsgálataim ellenére a jövőben még a leválasztott lemezre nagyobb súlyt fektet, annak ezt a megmunkálást tudnám ajánlani. Csak az a kár, hogy utána a kész hegedűnél a pompás akkordoknak még a nyoma sem fog megmaradni! Bizonyos ideig én is rászorultam erre, míg az önhangok ilyen harmonikus kidolgozásának csábító gondolatától szabaddá nem tettem magam. Amikor már régen tudtam, hogy az összhangzat a felenyvezéssel teljesen eltűnik, mégis kísérleteztem vele, amelyben valamiféle titokzatos összefüggést gondoltam.

A hátlemeznél elfogadom szabványosnak a juharfa tükörvágását. Itt sem adok meg pontosabb méretet a vastagság számára, mivel ez céltalan lenne. A juharfa különféleségét nemrég tapasztaltam két hátlemeznél, melyeket teljesen különböző módon kellett megmunkálnom. Az egyiknek igen tömör és súlyos fája volt, amit már ránézésre is felismertem; ugyanis ilyen fát mostanáig még nem dolgoztam fel. A tapasztalt hegedűépítő ezt a fát bizonyára vékonyabbra dolgozta volna ki. Ezt azonban végül mindenütt 3/4 mm-rel vékonyabbra vettem, mint más hátlemeznél. Minden szakember megérti, hogy mit jelent ez. Akusztikai ismereteim nélkül

⁸ Ilyen adatok találhatók Apian-Bennewitz könyvének függelékében. A szerző joggal hangsúlyozta, hogy csak közelítő adatokról van szó.

⁹ Jól tudom, hogy az olcsóbb hegedűk készítésekor nem lehet így dolgozni. Gyors munkát kell végezni, hogy pénzt lehessen keresni.

azonban soha nem dolgoztam volna ki az előbbi lemezt olyan vékonyra. Ennek ellenére ezután kész hegedűknél a hátlemez fő hangja kissé magasabb is volt, mint más vastagabb hátlemezzel rendelkezőké. De mivel a tetőhang is valamivel magasabban feküdt, mint más hegedűknél, így jó eredményt kaptam. A két, akusztikailag azonos alapelv szerint épült hegedű, az anyagok különbözőségei ellenére hangzásilag alig mutatott különbséget. Általában jobbnak tartom a könnyebb és nem túl tömör juharfát (lásd Az anyag c. részt) . Ha a hátat ideiglenesen kidolgoztuk – a későbbi változtatásokat természetesen fenntartva –, akkor az a középső rész főhangjában rendszerint magasabb lesz, mint a tetőé. Ha a tetőt és a hátlemezt azonos vastagságban dolgoznánk ki, akkor – ahogy már utaltunk rá – a tető felhangjának közepén valamivel magasabban kellene hangzania, mint a hátlemeznek. Mert a jó lucfenyő (vagy a jegenyefenyő is) azonos méretek esetében magasabb hangot ad, mint a juharfa – amit már Savart és más akusztikusok is megállapítottak. Ámde a tető közepén általában vékonyabb, mint a hátlemez¹⁰, ezért a főhangjában valamivel mélyebbnek kell lennie. Ez a megállapítás összhangban van Savart adataival is, miszerint a megvizsgált Stradivari- és Guarneri-hegedűk önhangja a tetőn általában egy fél hanggal mélyebben feküdt. De a különbség egy teljes hanggal kevesebb vagy több, vagy afölött is lehet. Erről felvilágosítást csak a kész hegedű nyújthat. Savart adatai nincsenek tekintettel a kész hegedűre, ezért gyakorlatilag nem tudunk sokat kezdeni velük.

Az eddigi fejtegetésekből kitűnik, hogy először is lehetetlen a lemezeknek a favastagságok megfelelő kiosztásával és ez által kialakult önhangok magasságával olyan tulajdonságokat adni, amelyek azután a kész hegedűnél a legjobb rezgésfeltételeket eredményezik. Nem igazodhatunk a lemez egyetlen önhangjához, hanem a többi, a tetőnél különösen a felső mezőét is tekintetbe kell venni, jóllehet a középrész hangja marad a fontosabb. Ez elégtelenként is megjelenhet és egyesek gyorsan készek azt állítani, hogy a régi itáliaiak az építésnél a megfelelő vastagságot teljes biztonsággal azonnal megállapították. Ezt persze ők sem tudták nyújtani, és közülük egyeseknek halvány fogalmuk sem volt az önhangról. Aki azt állítja, hogy a falemez vastagságát azonnal biztonsággal képes meghatározni, az tapasztalja, hogy a felenyvezés után az önhangok további fejlődése törvényszerűen megy végbe. Ez azonban teljesen lehetetlen lenne. De a dolog már jelentősen egyszerűbbé válik, ha egy hegedű építése után, amely megfelel a követelményeknek, a következő hangszer fáját ugyanabból az anyagból választjuk. Bár akusztikailag ennek nem szükséges pontosan hasonlónak lenni (lásd Az anyag c. részt), mivel a különbségek a lemezek kidolgozásakor könnyen kiegyenlíthetők. Ha az első hegedűt úgy dolgoztuk ki, hogy az akusztikai feltételek teljesítésekor az egy kiváló hangot ad – nagy fáradtság nélkül ez mindenestre nem megy –, úgy a másodiknál már jelentősen gyorsabban és eredményesebben lehet dolgozni. A lemezeknél ugyanazon önhangokat vehetünk alapul, melynél a vastagságok azonosak vagy közelítően azonosak lehetnek. Ez akkor valóban az utánzat ésszerű jellege lenne! Ilyen módon dolgozhatott Stradivari és Guarneri, azzal hogy ők lényegében tisztán gyakorlati tapasztalati módon láttak munkához (vesd össze az utánzat c. résszel is).

¹⁰ Apian-Bennewitz azonos vastagságfokozatokat ajánlott. O. Möckel az átdolgozott kiadásban azt joggal igazította helyre.

A LAKKOZATLAN HEGEDŰ AKUSZTIKÁJA LÉLEK ÉS HÚRLÁB NÉLKÜL

Ha a hátat felenyvezzük a kávakoszorúra, akkor azonnal felismerhetjük az önhangjaiban elszenvedett alapvető változást. Annak már nyoma sem áll rendelkezésre a magasságot vagy az egymáshoz való viszonyukat illetően. Ez nem csodálatos, mert előzőleg a hát széle szabadon tudott együttrezegni, most viszont szilárdan oda van enyvezve a tőkékre, sőt még nagyobb felületen, és körös-körül a csomóvonal bizonyos fajtája képződik. A falemezt most olyan membránnal hasonlíthatjuk össze, amelyet körben rögzítettek és megfeszítettek. Ez a feszítés azonban a falemeznél szükségtelen; a szerkezetén keresztül már megvan a kívánt rugalmassága, és minél rugalmasabb és erősebb, annál magasabb lesz a hang. A lemez erőssége a vastagságában, de a tömörségében is megnyilvánul. Nagyobb tömörségnél tehát csökkenteni kell a vastagságot. A leválasztott lemeznél az önhangokban lévő különbségek nagyobb vagy csekélyebb tömörségnél távolról sem olyan nagyok, mint a felenyvezett lemezeknél. Helyezzük a felenyvezett hátlemezt a korábban megadott módon az ujjaink hegyére. A dörzspálcával a közép alatt, különösen az alsó mezőben jól megkapjuk az a^1 és $c^2/cisz^2$ közötti hangot. Az utóbbi már meglehetősen magas lenne. A középrész a főhanghoz mintegy a mélyebb szextet eredményezi. A C-ívek oldalainál, az előbbinél mintegy háromnegyed hanggal a kis tercig mélyebb hangja állapítható meg. A pofákon a főhanghoz a magasabb kvintet vagy még magasabb hangokat találunk. A hátlemezt a makknál megfogva kopogtatással könnyen felismerhetjük a főhangot, valamint esetleg egy mélyebb **szext** hangot. A régi hegedűépítők természetesen e hangokat kopogtatással hasonlóképpen könnyen meg tudták állapítani és a hegedű akusztikus felépítésénél igénybe vehették. Miután felenyveztük a tetőt¹¹ is, és behelyeztük a nyakat (a fogólappal), akkor ismét teljesen más arányokat kapunk. Számunkra ez a legérdekesebb, mert az eddigi munkánkat hozzávetőleg most meg tudjuk ítélni. Véglegesen ez csak akkor lesz lehetséges, ha a hegedűt teljesen elkészítettük. Mindenekelőtt még egyszer hangsúlyozzuk ki, hogy a korábbi önhangoknak vagy hangkapcsolatoknak már a nyomát sem fogjuk találni. Most – amíg a hegedű még nincs a lélekkel és a húrlábbal ellátva – határozzuk meg az önhangokat. Eközben a fogólapnál (vagy a nyaknál) tartsuk kézben a hegedűt.¹²

Hátlemez. Ezen az alsótól a felső területig, sőt a saroktőkék felett, megjelenik egy igen fontos hang, a háthang, amely mintegy a b^1/h^1 és a $cisz^2$ között fekszik. Ez az utóbbi hang már bőven magas lenne.¹³ Az alsó területen egy félhanggal a nagy egészhangig mélyebb hangot, nevezetesen az alsó háthangot kapjuk, amely gyakran a felső terület közepén is létrejön, és ha a hegedűt a nyaknál gyengéden megfogjuk, akkor a felső pofák hangja megkopogtatáskor jól

¹¹ Hogy a vastagság esetleges helyesbítése miatt könnyen levehető legyen, ezért csak ideiglenesen kell felenyvezni. Ehhez sűrű gumiarábikum oldatot használtam, amely elsősorban a káva szélén száradt meg, és a tető felenyvezése előtt ismét megnedvesítettem és eltávolítottam.

¹² Az önhangok meghatározásánál általában elegendő a hegedűt a fogólapnál (vagy a nyaknál is) megfogni és könnyedén megérinteni a húrokat, hogy azok ne rezegjenek együtt. A hangszert utolsó vizsgálatakor (álltartóval) azonban már játékra készre kell tenni. A főhangokat ekkor a húrlábon a húrok könnyed érintésével kell meghatározni.

¹³ A hegedűimnél sem olyan magasra, sem olyan mélyre nem megyek.

hallhatóvá válik.¹⁴ A háthang kopogtatással nem hallható, jóllehet ez összehasonlíthatatlanul fontosabb, mint az alsó háthang. Nézetem szerint ez a két C-ív között a tulajdonképpeni rezgésmező szűkösségében rejlik, mert a nagyobb külső méretekkel rendelkező csellónál kopogtatással ez rendszerint hallható. Ha a háthang tovább távolodik tőle, a kis **tercig**; vagy ha a háthang meglehetősen mély, akkor mintegy fél hanggal közelebb tolódik hozzá az alsó háthang. A háthang tehát magassága és mélysége szerint mozgékonyabb, mint az alsó háthang. A hátlemez közepén még egy fontos hang található, amely a kvartig egy terccel magasabban fekszik, mint a háthang. Nevezzük ezt magas háthangnak. Az alsó pofahangok rendszerint valamivel magasabbak, mint ez a magas háthang, amely a felső mező közepén gyakran még magasabb is lehet. Oldalt a C-íveknél gyakran felhangzik egy hang, amely a nagy tercig mintegy egész hanggal mélyebben fekszik, mint az alsó háthang. A hátlemez közepén reflexként a tető gerendahangja is megjelenik.

Tetőlemez. A gerendán és a tető közepén észrevehetünk egy hangot, amely azonos a C-íveknél lévővel vagy megközelíti azt.¹⁵ Ez rendszerint az **f¹/fisz¹** és **g¹/gisz¹** között fekszik, és a háthanghoz a kvartig mélyebb tercet képez. Ezt gerendahangnak nevezem, amely megfelel a tető totális vagy teljes rezgésének és a tető közepén is kitűnik, ha a tetőt az **f**-nyílások kivágása és gerenda nélkül felenyvezzük. Azon a részen, ahol majd a lélek áll, és attól lejjebb fellép egy hang, amely a nagy kvartig egy nagy terccel magasabban fekszik, mint a gerendahang. Ez a hang azáltal jön létre, hogy az **f**-nyílások a tetőn egy új, alsó, kisebb és magasabb önhanggal rendelkező rezgőfelületet alkotnak, amely felfelé az összekötővonal által a felső **f**-pontok között határolódik. Ily módon az önhangja – mert ez csak a tető egy részére, tehát egy kis rezgőfelületre érvényes –, jelentősen magasabb, mint a gerendahang és a háthang körülbüli magasságában lévő hang, legtöbbször azonban annál valamivel magasabb. Ezt a hangot nevezzük el tetőhangnak, de szigorúan véve ez a név a gerendahangot illetné. Gyakorlati okból azonban kitartok a „tetőhang” megjelölésnél, mert ez a hang – ahogy később látni fogjuk – a lélek behelyezésekor úgy viselkedik, mintha az egész tető hangjával lenne dolga. A tetőhang mélyebbé válik, ha az **f**-nyílásokat a felső pontok befelé történő további kivágásával jobban egymáshoz toljuk. Az elmélyítés érthető, mert az összeszűküléssel a hosszanti boltozat gyengülése lép fel, amelyet valami hídív vagy hídneyítés-félének gondolhatunk. A gyengülés mélyebb tónusban ismerhető fel.

Felmerülhet a kérdés, miért jelentősen mélyebb a gerendahang – illetve az **f**-nyílások és a gerenda nélküli, felenyvezett tető hangja –, amikor a leválasztott lemezeknél a tető (közép) hangja a hát (közép) hangja alatt fekszik. Abban találok a magyarázatot, hogy az érzékeny lucfenyőfa – jóllehet önmaga egyedül világosabban cseng – gyakran világosabb, mint az üveg vagy az acél – a felenyvezés után teljesen más rugalmasság-feltételekkel rendelkezik. Immár úgy tűnik, hogy a fa erőssége (vastagsága), vagyis a nyomással szembeni teherbírása, vagy ellenálló képessége – amely a juharfánál valóban sokkal jelentősebb, mint a lucfenyőnél – nagy szerepet játszik. Szabadon lebegő pálcánál vagy lemezeknél ez egészen másként van. Hogyan kaphatna különben az érzékeny lucfenyő eközben világosabb hangot, mint a juharfa, sőt még magasabbat, mint az üveg vagy az acél? A C-íveknél ugyanazt a hangot kapjuk a hát azonos helyén. A lélekoldal (jobb) hangja itt gyakran valamivel mélyebb, mint a gerendaoldalé (bal), ami bizonyára azon múlik, hogy az utóbbi a gerendával együtt nagyobb tömeggel rendelkezik és ezért magasabb hangot ad. A C-íveken ennél a hangnál feltehetően a közép-

¹⁴ Számos régi – különösen német – hegedűnél nem hallható. Ez inkább a megmunkálás jellegétől, de attól is függ, hogy a hátlemez milyen fából készült. Az alsó háthang elkülönítésében semmi előnyt nem látok.

¹⁵ Régi hegedűknél azonban nem ritkán jelentősen magasabban; másoknál, különösen az újaknál pedig mélyebben fekszik.

káváknak is – nagyobb vagy csekélyebb vastagságuk szerint – részük van. Esetleg ez a hang a C-ívek között a rostokkal szemben rezgő fa csekélyebb rugalmasságával függ össze. Ezt azonban ne firtassuk. A hang a hátközép nagyobb vastagságával emelkedni látszik.

A tető közepén is van magas háthangunk, amely nem visszaverődéssel, hanem a hát és a tető együttműködésével jön létre. Mindenesetre kísérletekkel megállapítottam, hogy a magas háthang a tető változásával jelentősen módosulhat, mialatt a tulajdonképpeni háthangot ez csekély mértékben fogja érinteni.

A gerenda felső részén szabályszerűen jelenik meg a háthang. Az elkülönülés a gerenda-hanggal szemben a felső *f*-pont területén, egyszer kissé fölfelé, másszor valamelyest lefelé megy végbe. Gyakran a határátlépő helyen a két hang célt érhet.

A pofahangok is a tetőnél a legmagasabbak, körülbelül olyan magasak, mint a háthangok.

Végezetül említsük meg a legmélyebb hangot, melyet a hegedűn a hát és a tető közepén dörzspálcával jól létrehozhatunk. Ez a teljes rendszer hangja a légtérrel együtt, amelyet rendszerhangnak (léghangnak) nevezünk. Egy hegedűnél (lélek nélkül!) – amelyet a Stradivarinál szokásos méretarányokkal építettek (vesd össze a 13 fejezettel) – megközelítően egy oktávra fekszik az alsó háthang alatt, tehát kis a – b-ig terjed. Ezt a hangot is – mint az alsó háthangot – kopogtatással hallhatjuk, ha a hegedűt a nyaknál könnyedén megfogjuk és a hátat, vagy a tetőt megkopogtatjuk. Savart bebizonyította – és számomra ez látszik a legfontosabb és érdekében legjelentősebb megállapításának –, hogy a hegedűnél a tető, a hát és a légtér egy rendszert képez, amely mindig ugyanazt a hangot eredményezi, akár légteret vagy a lemezeket hozzák is rezgésbe. Ha a lemezeket vékonyabbra, tehát önhangjában mélyebbre készítjük, akkor a légtér hangja is lemegy. Ha a légtér hangját az *f*-nyílások kissé további kivágásával vagy a kávak alacsonyabbra vételével megemeljük, akkor a lemezek hangja is meg fog emelkedni. Savart a légtér rezgésbe hozásához egy kissé kúposan végződő sárgarézcsövet használt, amit a távolabbi végén lelapított, úgy hogy a kiáramló levegő számára csak csekély hasadék maradt szabadon. A lelapított végét ráhelyezte az egyik *f*-nyílásra, és megfújta a ellenkező oldal nyílása felé. A magam részéről ezt elegendőnek, vagy még jobbnak tartom, ha a hangot kopogtatással állapítjuk meg. A fülünket nem szabad túl közel vinni az *f*-nyíláshoz, mert különben azonnal lecsökkenne a hang, vagyis ugyanaz a hatás lépne fel, amelyet az *f*-nyílás részbeni lezárásával történne.¹⁶

A rendszerhang már úgy is halk hangzásba hozható, ha az egyik *f*-nyíláson át ferdén, majdnem zárt ajakkal befújunk, ezáltal a légtömeg, ha gyengén is, de rezgésbe kerül.

Savart – ahogy már említettük – a hátlemezt és a tetőt pecsétviasszal rögzített üvegpálcával dörzsölte meg és hozta rezgésbe. Minden esetben ugyanazt a hangot találta, mint a rezgő légtérnél. Ebből arra következtetett, hogy a kávéval egyesített tető és hát mindig ugyanazt a hangot eredményezi. Ez a Savart által meghatározott egységes hang a rendszerhang. De hányféle más hanggal rendelkezik még a hangzó test, melyeket Savart nem ismert fel!

¹⁶ A következő példa megmutatja, hogy milyen körültekintő (szubtilis) minden szakértő a hegedűt illetően, és milyen könnyen lehet téves következtetésekre jutni. Egy hegedű rendszerhangját *c*¹-ben határoztam meg. Utóvizsgálatkor – a hegedűnél mindig el kell végezni – kopogtatással nem hallottam tiszta hangot, de a *cisz*¹ világosan kivehető volt. Azután ismét inkább a *c*¹-et véltem hallani! Már nem bíztam a fülemben és azt hittem, hogy túlerőltettem magam. Hosszabb kutatgatás után a kiálló fogólapnál a *cisz*¹ önhangot találtam. Kopogtatáskor együtt zümmögött ez a *cisz*¹ és keresztelte a rendszerhangot.

A LAKKOZATLAN HEGEDŰ AKUSZTIKÁJA A LÉLEK BEHELYEZÉSE UTÁN.

A lélek behelyezésével (vesd össze az idevágó résszel a 11. fejezetben), mindenekelőtt a középső részen fog megváltozni a hegedű akusztikája, ahogy most majd a módszeremmel a legapróbb részletekig megállapíthatjuk. Minden zenész tudja, hogy a hegedűhang lélek nélkül megváltozik, és nélküle a hegedű nem játszható. A további fejtegetéseimből ki fog tűnni, hogy miért van ez így. Legelőször határozzuk meg azokat az akusztikai változásokat, amelyek a lélek behelyezésével a hangtest önhangjában bekövetkeznek. Először is a gerendahang megközelítően egy hanggal megemelkedik; a tető nagyobb vastagsága esetében jobban, csekélyebb vastagságnál kevésbé. Az emelkedés azzal magyarázható, hogy a tetőboltozat ebben az esetben a jobb oldalon jelentős alátámasztást kap – a baloldal a gerendával már erősödött –, tehát erősebbé válik. Ez a nagyobb erősség és – ahogy feltételezem – a rugalmasság fokozódása a tető teljes hangemelkedésében, vagyis a gerendahangban fejeződik ki.

A tetőhangnak nevezett hang eltűnt. A helyette belépő korábbi tetőhang és háthang összekapcsolását képviselő hangnál azonban a háthang erősebb hatást gyakorol, úgy hogy az összekapcsolt hang azzal egyenlő vagy majdnem egyenlő, ha a tetőhang csak kevésbé volt magasabb a háthangnál. Ha a tetőhang sokkal magasabb volt, például cisz^2/d^2 és a háté csak h^1 , akkor eredőként mintegy mélyebb c^2 -t kapunk.¹⁷ Az is kiderül, hogy miért nem a gerendahangot, hanem a tető alsó, az f -nyílások által közrefogott rezgésfelület hangját határoztam meg. Mert ez – és nem a gerendahang – vállalja magára a háthanggal történő összekapcsolódást. Mivel a hát – a nyilvánvalóan nagyobb ereje és keménysége (szilárdsága) révén – az összekötő hangnál nagyobb befolyást teljesít, mint a tető, ezért ezt a hangot nyugodtan jelölhetjük még háthangként is. Ez a hang dörzspálcával a gerendahang mellett a gerendán is felhangzik, mégpedig a lélekkel átellenben levő részén, és a gerendahanghoz a nagytól a kis tercig képezi a hangot. Minél magasabb a tetőhang a háthanghoz képest, és minél vastagabb középen a tető, annál inkább közelít a lélek behelyezésekor a gerendahang és a háthang egymáshoz (tehát a tetőhang és a háthang összekapcsolt hangja). A kész hegedűnél, különösen lakkozás után, gyakran csak egy egészhangot vagy még kevesebbet tesz ki a különbség. A lélek behelyezésekor további fontos változás a magas háthang mintegy a fél hangtól az egész hangig történő lecsorítása, ami a korábbi hanggal szemben meglehetősen nagy különbség és feltűnő jelenség. Az új, magas háthangnak jól a hát közepén, a felsőtől az alsó területig kell létrejönni. Rend szerint a tető jobb alsó pofáján, továbbá a lélek fölött is megjelenik, mialatt különben a tető közepe egy, a tető másik pofájához hasonló magasabb hanggal rendelkezik, amely mint a hátpofáé még a korábbi magasabb hangokat nyújtja. Most ismét a hát közepén, a gerendahang visszaverődése által jelenik meg. Példának okáért ott megkapjuk a $\text{gisz}^1 - \text{h}^1 - \text{disz}^2$ vagy az $\text{a}^1 - \text{c}^2 - \text{e}^2$ hangokat, tehát egy moll-hármashangzatot kapunk. E hangokat a tetőn is megtaláljuk: a gerendánál a^1 és c^2 , a lélek fölött és az alsó, jobb pofán e^2 . Természetesen közbeeső értékeket is feltételezhetünk, például $\text{gisz}/\text{a} - \text{h}/\text{c} - \text{disz}/\text{e}$ vagy $\text{a}/\text{b} - \text{c}/\text{cisz} - \text{e}/\text{f}$ stb. Az összhang teljes tisztasága azonban nem követelmény. A középső (h^1 vagy c^2) hang most például – ha a hegedű lakkozásatlan – a moll-hármashangzat számára még túl magas lenne, úgy hogy a dúr-hármashangzathoz közelítsünk. A hegedűn a lakkozással, a húrláb felhelyezésével sok változás fog történni, ezért az összhang teljes tisztaságát még nem használhatnánk. Végére is ez nem feltétlen követelmény. Véleményem szerint inkább az adott hangok tisztasága és

¹⁷ Mindenesetre ilyen arányokat nem alkalmazok a hegedű építéskor.

képzése érdekében fontos ez, és nem annyira a teljesen harmonikus intervallum kialakításához van rá szükség.

A gerendahang emelkedésének megfelelően a rendszerhang is megváltozik. Ez most körülbelül egy oktávval (vagy kevesebbel) fekszik a háhang alatt, tehát $a^1 : c^2 : e^2$ körülményeknél mintegy c^1 lenne; $g^1 : h^1 : disz^1$ viszonynál c^1 alatt lenne. A rendszerhang meghatározásánál akkor az alsótókében természetesen le kell zárni a lyukat, mert különben a hang valamivel magasabb lenne. Szabadjon megemlítenem, hogy a lemezek megvastagításával a rendszerhang nem ugyanabban a mértékben fog emelkedni, mint a lemezek önhangja. Példának okáért két hegedűnél – amelyeknél a hát- és a tetőhangok félhang különbséget mutatnak – a rendszerhang különbsége, amely a különben azonos építésmód mellett kevesebb, mint félhangot tesz ki.

A következő szemléltetés azt mutatja, hogy a rendszerhangnak a lélek behelyezése után meg kell emelkedni. Láttuk, hogyan emelkedett, amikor a lemezeket erősebbre vettük és annak rugalmasságát növeltük. De ha a lelket behelyezzük, hasonlóképpen bekövetkezik a tetőboltozat megerősödése és ennek folytán a rugalmasság növekedése, amely ismét a rendszerhang emelkedését eredményezi. A hegedűt próbaképpen elláthatjuk a húrlábbal és a húrokkal és játszhatunk rajta. A húrlábbal a hármashangzat korábban kapott hangjai valamivel nyomottabbak lesznek. A hangszer jövőbeni tulajdonságairól már hozzávetőleges képet alkothatunk. A játékra kész hangszer megtárgyalására azonban csak a lakkozás után kerülhet sor, mert – ahogy látni fogjuk – addig még több minden megváltozik.

A HEGEDŰ AKUSZTIKÁJA LAKKOZÁS UTÁN; LÉLEK NÉLKÜL ÉS JÁTSZHATÓSÁG ELŐTT

A készre lakkozott és jól megszáradt hegedűn minden akusztikai arány meglepetésszerűen megváltozott, amely abban áll, hogy minden önhang – ha nem is azonos mértékben – magasabban emelkedett. Emelkedésüket könnyű megmagyarázni. A lakk összekötötte a külső farostokat, miáltal a lemezek jelentős erősítést nyertek. Az erősítés sokkal jelentősebb, mint ami a lemezek lakkréteggel megnövelt vastagságának megfelel. Az önhangok tehát sokkal jobban megemelkedtek, mintha a lemezeket a lakkréteggel vastagabbra vennénk, vagy annyival vastagabbra építettük volna, ami a lakk súlyának – a fába is behatolva – megfelel. Az is könnyen megérthető, hogy a puha lucfenyő a lakkal viszonylag nagyobb vastagságban, tehát önhangjainak nagyobb emelkedésében részesül, mint a keményebb juharfa. A tetőhang ezáltal egy fél vagy magasabb hanggal, a háthang mintegy harmad-hanggal emelkedik meg. Ha meggondoljuk, hogy mindkét hang a magasság és mélység irányában kölcsönösen befolyásolják egymást – amelyben az egyik emelkedése a másikat is kissé megemeli –, akkor elfogadhatjuk, hogy a háthang közvetett emelkedése jelentősebb, mint a tetőhangé, mert a lakkozással ennél közvetlenül nagyobb emelkedés tapasztalható.

A leválasztott lemezeknél az önhangok lakkozás által okozott emelkedése csekélyebb, mint a felenyvezés után. Az adódó emelkedés egyes esetekben természetesen egy kiadós félhanggal, illetve harmad-hanggal is változhat. Kemény, merev lakk még jobban megemeli az önhangokat, mint a lágy, kiváltképpen, ha mélyebben behatol a fába. Természetesen a fa adottsága is szerepet játszik. Kemény anyagnál az emelkedés csekélyebb, mint a puhánál. Eljárásom segítségével bárki könnyen megállapíthatja a lakkozása által megváltozott arányokat. Eltekintve a magas háthangtól, a lakkozással a többi önhang tapasztalatom szerint nem ugyanolyan mértékben emelkedik, mint a tetőhang és a háthang, vagyis a hangok általános emelkedése körülbelül ugyanolyan mértékben történik, mintha a lemezeket annyival vastagabbra építenénk, ahogy az a tető és a hát eredő hangjának megfelel. Az alsó háthang például kisebb emelkedést fog mutatni, mint a háthang, így a lakkozás után valamivel nagyobb lesz a kettő közti különbség. Ha előtte egy szűk egészhang volt a különbség, akkor most egy egészhang vagy nagy egészhang-változást fogunk találni. A gerendahang, a tetőhang jelentős emelkedése miatt nagyobb intervallumot fog felmutatni, mint előzőleg. Ha az egy kissé megnövelt kvart volt, akkor most mintegy a terc stb. lesz. A hegedűnél az önhangok lakkozás után (lélek nélkül) a következők lesznek:

Tető: a gerendahang mintegy növelt g^1 , tehát g^1 , a tetőhang **cisz**², fent a gerendánál a háthang c^2 , oldalt a C-íveknél g^1 (mint a gerendahang) vagy valamivel magasabb. Középen f^2 a magas háthang.

Hát: a háthang c^2 , középen, felfelé és lefelé, valamint a saroktőkék felett is könnyű létrehozni. Magas háthang középen jó hosszú szélességben f^2 . Középen a visszaverődés által is a gerendahang; oldalt a C-íveknél g^1 (mint a tetőnél).

A b^1 alsó háthang kopogtatással jól hallható, ha a hegedűt a nyaknál fogva könnyedén kézbe vesszük és a mutatóujjunk csontjával, a hát felső táján megkopogtatjuk. A pofák fél- vagy egészhanggal magasabbak, mint a magas háthang, hasonlóan, mint a tetőpofáknál. Fent oldalt még magasabbak a hangok.

A **b** rendszerhangot – oktáv vagy majdnem oktáv az alsó háthanghoz – a hát és a tető közepén dörzspálcával könnyű megállapítani. Nagyobbra vett *f*-nyílásoknál az intervallum azonban kevesebb, mint egy oktáv. Ezt a hangot – ahogy korábban említettük – szintén ki lehet kopogtatni.

A lélek behelyezése után a következő arányokat kapjuk: a^1 gerendahang. A gerendán a c^2 háthangnak (mint a tetőhang és az eredeti háthang összekötő hangjának) kell kialakulni. A hát közepén igen jól kitűnik az e^2 magas háthang, és a visszaverődés által a gerendahang is. A pofahangok – eltekintve a tető jobb alsó pofától, amely általában azonos a magas háthanggal – különben megmaradnak.

A c^1 rendszerhang, oktáv a háthangra vagy még magasabb.

Amikor felültetjük a húrlábat, és a húrokat megfeszítjük, akkor néhány önhang kissé csökkenni fog, különösen ha az álltartót is elhelyeztük.¹⁸

Ez alkalommal rögzítsük le azt a tényt, hogy a húrfeszesség általában nem változtatja meg az önhangokat. A húrláb azonban kisebb változást eredményez, amely csekély súlyával is lenyomja az önhangot. Ez a magas háthangra legkevésbé fog kihatni, mint ahogy a gerendahangnál, és kissé a háthangnál sem számottevő. Új hegedűknél gyakran megkaptam az $a^1 : c^2 : e^2$ tiszta moll-akkordokat, mialatt a húrláb és álltartó nélkül a hangok kissé szorosan voltak együtt. Másrészt néhány rezgést illetően túl nagy kvint keletkezhet, ha korábban az $a:e$ arány teljesen tiszta volt. Fogadjuk hát el, hogy ha a játékra kész hegedűn kedvezőbbek lettek az intervallumok,¹⁹ akkor a^1 gerendahangot, c^2 háthangot, e^2 magas háthangot, oldalt a **C**-íveknél a tetőn és a háton g^1 -et, alsó háthangként b^1 -et kapunk; a pofahangok pedig maradnak a korábbiak.

Ha az $a^1 : c^2 : e^2$ moll akkord fontos három hangját jól kialakítottuk, akkor azok a játék kidolgozásakor a húrlábon jól kitűnnek. A húrokat a bal kéz ujjával gyengén érintsük meg, hogy azok együttrezgésükkel ne zavarják a dörzspálcával megcélt hangokat. A vizsgálatnak ez a módja kimagasló fontossággal bír. Mivel a húrok rezgései a következő rezgőbázisukat a húrlábon, a rögzítési pontjukon találják, így adódik a bal húrláboldalon a gerendahang, a húrláb közepén a háthang, a jobb húrláboldalon az *a*- és az *e*-húroknál a magas háthang. Tehát: a legmélyebb hang, a gerendahang inkább a *g*-húrnál; a középső, a háthang, inkább a középső oldalnál; a magas, a magas háthang jobban az *e*-húron. Ezek a hangok a szomszédos területekre is áterjedhetnek, ami még előnyös is lehet. Így a gerendahangot a húrlábközepén, a magas háthangot még a *g*-húrnál is létre lehet hozni. Sok múlik a dörzsölés jellegén, de az ügyességtől is sok függ. Rendszerint a játszhatóság megállapításánál ugyanazon a helyen, a húrláb közepén, mind a három hang elérhető, ha azok jók ki vannak alakítva. Ennél az a fontos, hogy hangok könnyen és tisztán jelenjenek meg. Ha jól rezgő bázist akarunk képezni,

¹⁸ Ezt a külső szegélyen, tehát a lemezek tulajdonképpeni rezgéstartományain kívül rögzítjük. Mindamellet ez a hegedűre függesztett súly nem teljesen befolyástalan, ezért ne legyen túl nehéz. Aki a súlyt jelentéktelennek tartja, az egy nehezebb súlyt, például egy vasdarabot, vagy hasonlót a hegedű alá rögzíthet és megvizsgálhatja, hogy nem károsodott-e a hangzás. Egy odaillő álltartó alkalmazásakor inkább az előnyök nagyobbak, mint a hátrányok. A hegedűt így jobban kíméljük, és a rezgéseket az alsó gerenda aljánál és a pofa bal oldalán nem fogja az áll megfogni.

¹⁹ Ennél nem tartom fontosnak azt a kérdést, hogy az intervallum megítélésekor a harmonikus vagy temperált hangolás szolgál-e alapul. Az utóbbinál az $a^1:c^2$ kis terc valamivel kisebb, a c^2 valamivel mélyebb; az $a^1:e^2$ kvint pedig mintegy egy rezgéssel lenne kisebb. Ez utóbbi azonban nem sokat vet a latba, mint a tercnél lévő különbség, mert ismeretesen a temperált kvint és a kvart (eltekintve az oktávától, amelyek teljesen tiszták) legtöbbször a tiszta harmonikus arányokhoz közelítenek.

akkor teljesítenünk kell ezt a követelményt. A gerendán adódik a gerendahang és gyakran a háthang, a gerenda felső részén azonban ez majdnem kizárólagos.

Ezen fontos hangok hármashangzásának gyarapodása azáltal jött létre, hogy mások is hozzájárulhatnak, így a gerendán, a húrlábon is gyakran megtaláljuk a C-ívek közötti lemez hangját; továbbá az alsó háthangot, különösen a gerenda alsó részén, de olykor a húrlábon is megjeljük. A húrlábon még a háthang mellett – ha csak gyengén kiképezve is – a húrláb által elmélyített tetőhangot, tehát mintegy a h^1 vagy h^1/c^2 -t találjuk.

A három főhang egyenletes kialakulása adja a hegedű hangját, de főleg a húrok kiegyenlített-sége számára bír meghatározó jelentőséggel. Például, ha a gerendahang majdnem teljesen kiválik, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a g-húr mély hangjai elvesznek az együttrezgésben. Ha szegényes a háthang, akkor különösen az a- és a d-húrok vesztenek a hangkarakterükből. Ha rosszul fejlett a magas háthang, akkor ez az e-húrnál és a magas hangoknál nem egyedül annak hangjában, hanem megcsendülésében is érzékelhető lesz. Ezt a hangot tartom a legfontosabbnak a tiszta, felhangokban gazdag hangszín kifejlesztése számára, ahogy ez a legjobb régi itáliai (és a kiváló új) hegedűk sajátossága is. Ennek a hangnak – ahogy említettük – a játszásra kész hegedűnél játékalásban igen jól kell megjelenni a húrlábon, és ha a három főhang egyikének a két másikkal szemben egy pluszt odaítélnénk, akkor ez lenne az. A hangnak a háton egyenletesen, középen és távolabbi területen fel- és lefelé kifogástalanul kell kialakulni. Ha ezek a feltételek helyesnek bizonyulnak, akkor a hegedű magas hangjai különösen világosan hangzanak majd és közben egyenletesek, és teltek lesznek. A hegedű tisztábban fog szólni, mint egy olyan hangszer, melynél, sokkal erősebb szerkezet mellett, a rendszerhang, gerendahang és háthang bár magasabban fekszenek, de a magas háthang csak szűkösen alakult ki. Itt a mélyebb hangok – mert magasabban fekvők – kedvezőtlen rezonanciabázist találnak, a magasak pedig szűkösen, amelyek rosszabb megcsendülésben, felhangokban szegényesen, és ennek ellenére a hangzás bizonyos élességében nyilvánulnak meg, amely hébe-hóba az erő számára mértéktartó lesz. Azonban ez a hegedűnél jól kialakított főhangokkal és különösen kiváló magas háthanggal fordítva van. Itt mindenekelőtt a világos, felhangban gazdag hangzás mellett felismerhető a homályos alsó terület, amely másrészt a mély hangok képzését segíti elő. Mindig ez a benyomásom, ha egy kiváló Stradivarit hallok megszólalni. Hasonló hatást gyakorol egy pompás szopránhang is.

Az igen jó, régi hegedűk vizsgálatánál igazolva találtam az önhangok kialakítására vonatkozó nézetemet. Új hegedűk építésénél a főhangok ezen egyöntetűségére kell törekedni, amit – különösen a háthangot illetően – egyáltalán nem könnyű megvalósítani. Az olvasó számára az is teljesen világos lesz, miért nem lehet ezt az eredményt – a véletlen sikerektől eltekintve – az egyes lemezek megmunkálásakor az elsőként kiválasztott fával azonnal elérni, anélkül, hogy a lemezt felenyveznénk, és az anyag sajátosságait jobban tanulmányoznánk. Azonban sokkal jobb eredmény érhető el, ha ugyanabból a farönkből származó faanyagot használunk. Minden gondolkodó hegedűépítő már kialakította a maga módszerét. Az eltérés az anyag jellegétől, ebből következően a helyes lemezvastagság méretezésétől, az önhang tervezett magasságától, valamint a kialakításától függ.

A hátat és a tetőlemezt a kidolgozás során harmonikus arányba hozni semmit nem használ, ahogy ez a fejtegetésemből világosan kitűnik. Ez a kész hegedűnél (lélek nélkül) még egyszer sem használt. Mert a lélek behelyezésével sok minden és éppen a legfontosabb dolgok teljesen másként alakulnak. Mit használna, ha például a gerendahangot és a háthangot egy tiszta kvartarányba hoznánk, amikor az a lélek behelyezése után mégis eltűnne? Ezzel szemben a tetőhang hátlemeztől való távolsága ebből a szempontból nem közömbös, mert a lélek behelyezése után attól függ a főhang aránya (például $a^1 : c^2 : e^2$). Ha példának okáért a lakkozás után a

hát önhangja **cisz**², a tetőhang **c**², akkor a lélek behelyezése után a gerendahang túlzottan eltávolodik a háthangtól. Ami még sokkal rosszabb, hogy ez a **C**-ívek között gyakran nagyon közel mozdul a hanghoz, vagy esetleg azonossá válik vele. A gerendahang (ebben az esetben mintegy **gis**¹) ezek után más hangok rovására annyira meg fog erősödni, hogy a hegedű túl erős lesz ebben a hangban, a szomszédos hangjaiban pedig rezeg, és a g-húron a **gisz**¹ fortyogni fog (vesd össze: farkashangok, 21. fejezet). Sokkal jobb, ha a gerenda a **C**-ívek közti rész hangjában talál ellensúlyt. Tapasztalatom szerint az a jó, ha az ilyen ellensúly egy teljes hang vagy legalább háromnegyed hang távolságot alkot, és ez által még a rezgőbázis is kiszélesedik. Egyébként egyáltalán nem fogok azokra a kedvezőtlen körülményekre kitérni, amelyek a példáink során adódtak. A lakkozás előtt, amikor a háthang és a tetőhang (mintegy **h**¹) még a jelenleginél is messzebb fekszenek egymástól, már felismerhettük, hogy a hátlemezt jelentősen vékonyabbra kellett volna készítenünk, hogy kedvezőbb arányokat kapjunk, vagy még jobb lenne egy másik tetőt (felenyvezés után) magasabb önhangra venni. Ebben az esetben sem lenne szükséges a hátnak magas önhangon maradni (amely az új tetővel magasabb lenne), hanem azt ledolgozással kell lecsökkenteni.

Nézzük meg a fordított esetet. A tető önhangja túl magas, mintegy **d**², a háté pedig **h**¹ volt. A különbség tehát egy kis terc. Lakkozás nélkül ez körülbelül egy nagy egészhangot tett ki. A lélek behelyezése után a gerendahang, a háthang és a tetőhang összekötő hangjával szemben (különben egyszerűen ismét háthangnak nevezem) visszalépett. Ez az összekötőhang most jelentősen magasabb (körülbelül **c**²) mint az eredeti **h**¹ háthang és a húrlábon a gerendahang hátrányára túlzottan érvényesül. A gerendahang (**b**¹ vagy magasabb) ebben az esetben túl magas, az alsó háthangnál is magasabb. Mivel ez a hang azon kívül szegényes, ezért a **g**-húrnak kevés a rezgése és silányan hangzik. Emellett megszólal a **c**², mert ez túl egyoldalúan van a húrlábon kiképezve, a **g**-húron rosszul, a **d**-húron pedig fogyatékosan jelenik meg (lásd farkashangok). Ebben az esetben szintén nem szabadna a lakkozásig eljutni; mert már előbb fel kell tudni ismernünk, hogy itt a hát túl vékony, a tető túl vastag. Az lenne tehát a legjobb, ha egy másik hátlemezt készítenénk, és a tetőt vékonyabbra dolgoznánk. Ezért, ameddig a fa tulajdonságait nem ismerjük pontosan, inkább kissé vastagabbra dolgozzunk, hogy azután a költséges fát ne kelljen félredobni.

Az adott példában a **b**¹ gerendahang túl magasan fekszik. Ebből azonban nem következik, hogy egy **b**¹ gerendahang mindig túl magas lenne. Vannak jó hegedűk, amelyek **b**¹ gerendahanggal rendelkeznek. Minden a helyes arányokon múlik. Ha a hegedűt fél hanggal magasabb önhangokkal építjük – mint a példánk **a**¹:**c**²:**e**² főhangjaival – azért még igen jó hangszer lehet belőle. Akkor a **b**¹:**cis**²:**f**² főhangokat kapjuk, a **C**-ívnél **gis** vagy **gisz**¹/**a**¹-et, alsó háthangként **b**¹/**h**¹ vagy **h**¹/**b**¹, amely a háthangtól valamivel távolabb fekszik, mint az **a**¹:**c**¹:**e**² példában lévők, ahol a különbség egy egész hangot tett ki. Nem tartom tanácsosnak a **b**¹:**cisz**²:**f**² arányoktól eltérni, mert a **g**-húr rezgése könnyen kárt szenvedhet. Legjobb az arányok, melyek a lélek behelyezése után adódnak a játékra kész hangszeren. Tekintsük meg először a gerendahang és a háthang arányait. Ehhez a következő gyakorlati szabályt állítottam fel:

1. A gerendahang és a háthang a lélek behelyezése után annál jobban közeledjenek egymáshoz, minél jobban eltávolodik felfelé (lélek nélkül) a tetőhang a háthangtól. Mivel ezt a lakkozás után teszi, ezért a két hang kissé közelít majd egymáshoz. Ha előzőleg megközelítőleg egy nagy tercet alkotott, akkor ez most a kis terc arányában fog állni.

2. A gerendahang a lélek behelyezése után annál jobban emelkedik, minél jobban gyarapodik favastagságban a tető közepe a pofával szemben. Különben azonos önhangoknál (lélek nélkül), a gerendahang tehát egy olyan tetőnél, amelyik középen vastagabb, mint a pofákon, a

lélek behelyezése után is jobban fog emelkedni, mint ahogy egy vastagságban folyamatos egyforma tetőnél. Az utóbbinak tehát lélek nélkül magasabb önhangja lehet.

3. A játékra kész hegedűnél a gerendahang és a háthang közötti jó közepes arány körülbelül a kis terc.

A gyakorlati ember számára tehát – ha ismeri a fejtegetéseimet – nem lesz nehéz egy játékra kész hegedűben a gerendahang és a háthang között a kívánt intervallumot kialakítani. Mindenesetre egyéb más módszerrel teljesen lehetetlen lenne ezt tudatosan megtennie. Hozzá illő intervallumok kidolgozásával már igen sokat lehet nyerni. Azonban téves lenne azt hinni, hogy ebben rejlene a hegedűépítő fő művészete. Az sem szükséges, hogy az intervallumok ezután kívánságra borotvaélesen előjöjjenek. Most az a megoldás következik, hogy a régi mesterhangszereknél a modern gerenda beiktatása után ne egyedül a tetőhang és kissé a gerendahang emelkedjen meg, hanem a lélek behelyezése után a gerendahang különösen felfelé emelkedjen. A gerendahangnak és a háthangnak most valamivel közelebb kell tolniuk egymáshoz, mint a Stradivari időkben. A két hang intervallumára azonban nem lehet általános szabályt felállítani. A mi $a^1:c^2:e^2$ akkordunknál, például a c^2 magasabb is lehet, úgy hogy körülbelül az a^1 és e^2 közötti középértéket válasszuk. Az e^2 ugyancsak lehet magasabb vagy mélyebb, amikor a moll akkord még homályos vagy már egyáltalán nincs meg. Végére is nem egyedül azon múlik, hogy megvan-e a három főhang, hanem mindenekelőtt azon, hogy milyenek ezek a hangok. Ki kell tűnniük a létrehozás tisztaságával, erejével és könnyedségével, valamint az egymással való kiegyenlítettséggel, amelyben – ahogy már említettük – egyiknek sem szabad a másik kárára kiemelkedni. Ha teljesülnek ezek a tulajdonságok, akkor van rá biztosíték, hogy a lemezeknek könnyed rezgőképességük lesz. Hogy ez különösen fontos a hátnál, mint a gerjesztés helyétől (húrlábtól) távol eső résznél, talán minden további nélkül meg kellene érteni. Ezzel választ adtunk arra a feltevésre, hogy a hát kevésbé fontos tényező lehet, mint a tető. Ellenkezőleg, hallatlanul fontos, vagy pontosabban meghatározva, az önhangjának kidolgozása képezi a siker egyik feltételét.

1. megjegyzés

Játékra kész hangszernél, különösen játékba állításkor, jobboldalt a C-ívek közti rész hangjának emelkedését találjuk. A lélek tehát nem egyedül a gerendahangot emeli, hanem az állása oldalán a C-ívek közti rész hangját is, nyilvánvalóan azért, mert a hátnak ez az oldala – mint az egész tető a lélek által – erősítést kap, és ezért növekszik a rugalmassága. Az emelkedés félhangtól az egészhangig terjed, és ily módon gyakran eléri a tetőn – ahogy a hátnál – a jobboldali íven megállapítottat. A hátnál gyakran a közép felé tolódik, ami – ahogy nekem tűnik – inkább előnyös, mint hátrányos, ha ez által a magas háthangnak nem történik letörése. Mindenesetre a rezonanciabázis ezen az oldalon akkor még gyarapszik is. E hang mellett azonban megtaláljuk a jobb középívnél az eredeti hangot, amelyet talán a baloldaltól jövő visszaverődés által kapott.

2. megjegyzés

Egy olyan sajátosságot, amely némelykor a játékra kész hangszernél a háthangot illeti, különösen szóba kell hozni. Mialatt a lélek behelyezése után, húrláb nélkül rendszerint egységes összekötő hang (részemről egyszerűen háthangnak nevezve) adódik, addig néha a játszhatóvá tétel után megosztás (disszociáció) mutatkozik, amelyben a húrlábon mélyebb, a háton magasabb hang jelenik meg. Nyilvánvalóan a húr megfeszítése okozza ezt a megosztást. A húrlábon rendszerint az általa leszorított tetőhanggal (mintegy $cisz^2$ vagy $c^2/cisz^2$) van dolgunk. De miért lépett fel a háton ez az emelkedés a feszítéssel? Ezt nehéz lenne megma-

gyarázni. Önmagában véve nem lenne különös, ha a húrfeszítés egy önhangot a magasba hajt. De miért nem teszi azt meg? Alkalomadtán a lélek helyének a megváltoztatásával a normál állapotot helyre tudjuk állítani, ami azt sejteti, hogy a lélek behelyezésének a jellege, különösen a túl csekély ráültetéssel, néha okozhatja a megosztást. Most megkérdezhetjük, hogy ez – előfeltétel a lélek helyes behelyezése – kedvezőtlen-e a hegedű hangjára? Nem szeretnék sem igennel, sem nemmel válaszolni a kérdésre. Mert magában véve a rezonanciabázis gazdagítása előnyös lenne, melyben egy hang helyett kettő áll rendelkezésre, és amelyekből a magasabb hang gyakran a húrlábon is létrejöhet. De azért a két hang a tapasztalatom szerint nincs olyan erősen kiképezve, mint az egyformán adódó háhang.

Remélem, hogy a későbbi vizsgálatokkal ebben a kérdésben még több érthetőséget lehet majd teremteni.

Mostanáig a rendszerhangot (léghangot) csak röviden említettem. A rendszerhang dörzspálcával a gerenda alsó részén, a játékra kész hegedűn megállapítható; bár nem nagyon könnyen, mert rendszerint a gerendahang jelenik meg. A hátlemezen azonban kopogtatással megismerhető. Ahogy láttuk, a lélek behelyezésével körülbelül egy teljes hanggal felszökött. Ezzel beigazolódott, hogy ez egyrészt a lemezektől függő és a megváltoztatása azonnal érvényesíthető. A légtér közben változatlan maradt. Amit ez a lélek beillesztésével csökken, az nem sokat nyom a latba, és teljesen kiküszöbölhető, ha a lelket felegyenesítés nélkül, csupán behelyezzük a hegedűbe, és azzal együtt határoztuk meg a rendszerhangot. Másrészt a légtér megváltoztatása is érvényesül a rendszerhangnál, ami a légtér csökkentésével (például alacsonyabb káva), vagy az *f*-nyílások megnagyobbításával azonnal megnövekszik. Már említettem, hogy Savart először ezt az összefüggést ismerte fel. A fizikus a Stradivari hegedűk rendszerhangjánál 512 egyszerű rezgésben (vagy a német jelölésben 256 dupla rezgésben) ismételten megtalálta a c^1 hangot, és úgy vélte, hogy a c^1 Stradivari idejében ennyi rezgéssel rendelkezett. Sajnos azt nem tudtuk meg, hogy a megvizsgált hegedűkbe már behelyezték-e az új gerendákat. Szeretném a megállapított önhang mélysége végett elfogadni, hogy az még a régi gerenda volt. Savart megjegyezte, hogy ez a *c* hang az ő idejének hangolása szerint (tehát 1838 táján) csak *ces*-t eredményezhetett. A hegedűépítésről szóló könyvekben ezt az adatot kritikátlanul, mint a mi időnk számára is érvényes vették át, és a *h*-hangot a mai hangolás szerint, mint léghangot adták meg egy Stradivari számára. Ha Savart adata helyesnek bizonyul, akkor Párizsban igen magas lehetett a hangolás. Az említett hangokat nem tudtam ilyen magasságban megállapítani. Abban az időben – idő és hely szerint – folyton váltakoztak, a mai normál hangolásnál²⁰ $a^1=435$ duplarezgéseket, vagy 870 egyszerű rezgéseket mérnek; a c^1 az 512 rezgéshez csak öt rezgés körül fekszik, vagyis mintegy $\frac{1}{6}$ félhang a mai temperált c^1 (zongora c^1) alatt az 517 rezgésből, mialatt a c^1 harmonikus arányok szerint 522 rezgést mutat fel. Ezzel szemben a temperált kis *h*-hangnak ma 488 rezgése van. A mai hangolás mellett egy Stradivari *h* vagy *ces* léghangról egyáltalán nem lehet szó.

A rendszerhang a dörzspálca nélkül is jól meghatározható, ezért erősen ki kell hangsúlyozni, hogy erről a szakemberek és a szakértők, akiknek valóban számos eredeti Stradivarival volt dolguk, alig rendelkeztek exakt adatokkal. Sajnos a Hill testvérek könyvében sem találunk erre vonatkozó említést. Talán egyszer majd egy későbbi kiadásba beiktatják?

Erősen kétségbe vonom, hogy Stradivari mindig pontosan betartotta volna az 512 rezgésszámot, amely egyébként is már rezgéscsökkenést szenvedhet a légnedvesség behatásától vagy

²⁰ Ezt 1885-ben, a Bécsben összehívott nemzetközi hangolóhang tanácskozáson az egész világ számára normálhangként határozták meg, miután már 1859-óta Franciaországban így volt. Eszerint az a^1 -nek 870 egyszerű rezgése van, ahogy a franciák számolnak, míg Helmholtz a számítást az $a^1=435$ duplarezgés szerint ajánlotta.

a többszöri lélekbehelyezések következtében. Az is valószínűtlen, hogy a hosszú élete folyamán, mialatt oly sok kísérletet hajtott végre, mindig ugyanazt a rendszerhangot²¹ használta. Egyébként ez egyébként nem lett volna nagy bűvészműtárvány, ha elfogadott normál építési módként szolgált volna alapul. Bizonyos szabadságot fenn kell tartani az *f*-nyílások szélesség-meghatározásában is. A nyílásokat akkoriban valamivel keskenyebbre vették, mint napjainkban. Ha teljesen kész a hegedű és a húrfeszesség is megvan, akkor a rendszerhang – ha még nincs meg a kívánt magassága – az *f*-nyílás óvatos kiszélesítésével növelhető. Ezt a növelést ma nem az 512 rezgés hangjáig, hanem a zongora 517 rezgésű *c* hangjáig vagy jobban az 522 rezgésű *c*-hez vinnék, mert hiszen a Stradivari hegedűnek is megemelkedik a rendszerhangja a gerenda megnagyobbításával (emellett elfogadjuk, hogy az 512 rezgés a régi gerendákra érvényes). Az említett számoknál ez néhány rezgésre nem vonatkozik, mert az arányokat más tényezők megváltoztatják. Általában csak azokról a hegedűkről lehet szó, melyek hasonló építési módban²² készültek, mint a Stradivarik, hogy körülbelül a három alaphang az $a^1:c^2:e^2$ (vagy valamivel mélyebb) arányait mutatja. Ha pontosan az $a:c:e$ arány áll rendelkezésre, akkor a rendszerhang a háthanghoz az oktáv, és a gerendahang a szext lenne. Régi, kiváló hegedűknél már megtaláltam ezt az arányt, és az általam épített új hangszerекnél is szívesen alkalmaztam. Az önhangokban ezzel elért harmónia szinte csábító. Mindamellett a továbbiakban nem tartom olyan fontosnak a dolgot, mint a tulajdonképpeni fa-önhangok, különösen a gerendahang, a háthang és a magas háthang kialakítását, ami páratlanul nehezebb dolog.

Azt sem hiszem, hogy nagy *f*-nyílásokkal rendelkező hegedűknél, mint például Maggini hegedűinél, az oktáv rendszerhangot a háthanghoz lehet alakítani; annak mindig magasabban kell feküdni. Ez nyilvánvalóan nem károsítja a hangot! Guarneri del Gesù nagy *f*-nyílásainál is aligha adódhatott egy oktávarány. Savart a Guarneri hegedűknek is 512 rezgésből álló hangot tulajdonít, amely nekem lehetetlennek tűnik, ha Guarneri del Gesù-ra gondolt. Ilyen nagy *f*-nyílású hegedűknél a rendszerhangot mindenestre másik fa-önhanggal vihette harmonikus arányba. Ez például az alsó háthanggal egy szextet, vagy a gerenda hangjával egy kvintet alkothattott.

Ha az $a:c:e$ -nél magasabb önhangokat veszünk alapul, akkor az oktáv a háthanghoz még könnyebben elérhetjük. Az $a:c:e$ ilyen arányainál azt tapasztaljuk, hogy a rendszerhang az *f*-nyílás normál nagyságakor könnyen a c^1 föléemelkedik. Látszatra ezen, és nagyrészt az anyag minőségén múlik. Magasabb önhangnál, például az $a/b:c/cisz:e/f$ -nél, a rendszerhang nem ugyanabban a mértékben emelkedik, és könnyebben beáll az oktávarány. Számos hegedűnél, különösen az újaknál ezt tapasztaltam. Természetesen tiszta véletlenségből, mert a hegedű építője egyáltalán nem ismerte a háthangot.

Úgy vélem, hogy a rendszerhangnak nem szabad túlzott fontosságot tulajdonítani. Mindenestre nagyobb magasságával vagy mélységével befolyásolhatja a hangszínt, és mindenekelőtt a mélyebb húrok hangkarakterére fejt ki a hatását.

²¹ Stradivari bizonyára nem egy meghatározott rezgésszámot, hanem az általa ismert hangot vette figyelembe. Jóllehet az intervallumok (hangközök) rezgésszámainak az aránya már korábban ismert volt, azonban a rezgésszámokat először Sauveur fizikus határozta meg, amelynél a tremolózókat és a már ismert rezgésarányokat is igénybe vette. Mivel a hangvillát csak a 18. században találták fel, így Stradivari a hangok meghatározásához egyéb támpontokat vett igénybe. Erre a célra például orgonasípot vagy egyebeket használtak.

²² Egy építési módnál, amit Riechers Stradivarinak tulajdonít – és a káva alul 30 mm, felül csak 27,5 mm magas –, majdnem minden esetben lehetséges, hogy a c^1 -nél magasabb rendszerhang adódik, amennyiben az $a:c:e$ fa-önhangok állnak rendelkezésre. Stradivari a kávát rendszerint valamivel magasabbra készítette (vesd össze a 13. fejezettel).

Mivel Savart a kész hegedűnél semmi más önhangot nem ismerhetett, ezért a $c=512$ rezgés-számú rendszerhangnak túl nagy fontosságot tulajdonított. Úgy vélte, hogy a megállapítása a tudomány és az ipar számára megszerzett tény, és odáig ment az állításával, hogy egy hegedű ha – az egyéb konstrukciójellel mellett – nem teljesítené e feltételeket, akkor az a hangszer értéktelen lenne. Azt hitte, hogy immár megvan az eszköz, mellyel „a legkitűnőbb Stradivarikkal minden darabjában azonos, pompás hegedűk biztonsággal építhetők.”

A gyakorlati hegedűépítésben már régen felismerték, hogy az ilyen eszközökkel, a léghang 512 rezgésre való kitűzésével és a lemezeknek a félhangtól az egészhang különbségig történő összehangolásával nem lehet sokat elérni. Teljesen rossz hegedűknél is könnyen elérhető egy 512 rezgésű rendszerhang, és a lemezek javasolt összehangolásának legfeljebb csak közelítő értéke lehet, és valamivel jobb, mint egyáltalán a semmi. Savart már az 512 rezgés miatt is meglepődhetett volna, mivel a Maggini hegedűkről említette, hogy léghangjuk a nagy f -nyílásuk miatt egy teljes hanggal magasabban fekszenek. Savart a fő dolgot, a fa pontos önhangját nem ismerte, és mivel a hegedűépítést a gyakorlatban nem folytatta – hogy kutatásainak eredményét gyakorlati próbának nem vetette alá –, azért becsülte túl nagyra a tudományos megállapításai értékét

A normálhang és a kórushang (orgona) korábbi hangolásainak pontosabb vizsgálatait az angol származású Alexander J. Ellis folytatta le. Arra a végkövetkeztetésre jutott, hogy a hangolás – a templomokban a kórushangot a kamarazenevel kiegyenlítve – egy közepes alaphangolást alkosson, amelyet a 17, 18 és 19. században Európa szerte kiegyenlítő hangolásként használtak. Ellis ezt a hangolást az $a^1=422,5$ duplarezgések középértékében adta meg, ahogy ez Händel hangvilláján mutatkozott. Az a^1 igencsak közelít a $426 \frac{2}{3}$ rezgésű fizikai hangolás a^1 -hez. A c^1 -nél Ellis meghatározása szerint 507 rezgésnek kellene lenni, amely Savart által a Stradivarinál megadott 512 rezgésű c léghangot meglehetősen megközelíti. Idáig minden teljesen rendben is lenne. Ellis a rendszerhangot a klasszikus periódus számos régi hegedűjén megvizsgálta, melyeket Huggins, Haweis, valamint Hart, Hill és Withers hegedűépítők bocsátottak rendelkezésére. Eközben jelentősen más eredményre jutott, mint Savart. A vizsgálatoknál a hangvillák egész sorát használta, melyek magasságukban négy rezgéssel előreléptek. A hangvillákat a gerendaoldalon az f -nyílás fölé tartotta és megvizsgálta, hogy megütés után melyik eredményezi a legerősebb rezgést. A vizsgált hangszerek nem egyedül Stradivarié, hanem még Nikola Amati, Ruggieri, Guarneri del Gesù, és még Lupot hegedűi voltak. A leghatásosabb rezgés 268 és 272 között feküdt (ami alatt természetesen a duplarezgések értendők), és Ellis a 270 rezgésű hangot, mint átlagot innen választotta. Tehát ez a néhány rezgés lenne a 274 rezgésű (zongora) temperált cis^1 alatt. Ugyanakkor néhány hegedűnél gyengébb rezgés adódik a 252 és 256 rezgés mellett (Savart szerint). Sajnos Ellis semmi pontosat nem adott meg arról, hogy a hegedűk közül melyiknek volt magasabb vagy alacsonyabb hangja. E meghatározásokkal azonban egy jó hegedű építéséhez az 512 rezgésű savarti általános követelmény megghiúsult. Nagy valószínűséggel úgy tűnik az is, hogy Stradivari számára nem fizikai hangolás, ahogy Savart vélte, hanem a hozzá igen közel álló, Ellis által választott klasszikus hangolás egy 422,5 rezgésű középértékkel, melyben, Ellis szerint, a nagy zeneszerzők akkoriban a műveiket játszani és énekelni óhajtották. Ha ezt helyesnek fogadjuk el, akkor könnyen érthető lehet, hogy a fizikusok később erre építik majd fel a hangolásukat, amelyben azt csak kevéssel vették magasabbra.

MILYEN FELTÉTELEK ALKOTJÁK A REZGÉS SZÁMÁRA – AZ ÁLTALAM FELMUTATOTT – ÖNHANGOKAT?

Mielőtt a kérdést megválaszolnám, szeretnék a rezgés természetéről²³ a nem eléggé tájékozott olvasóimnak néhány dolgot előre bocsátani.

Ahogy a neve is mutatja, ezzel egy test (mint a levegő, gázhalmazállapotú is lehet) másodlagos hangjait vagy jobban mondva az együttrezgőket (rezonálókat) jelöljük. Ilyen együttrezgésre ösztökélünk egy testet, ha egy kívülről, periodikusan ható erő az egyes odaütődések, illetve a rezgések számában a test saját rezgésszámával (hallható rezgéseknél önhangnak nevezzük) összhangban vannak. Nem szükséges, hogy mindig zenei hangról legyen szó. Meglehetősen ismert példa, hogy egy híd a rajta menetelők ütemes lépéseitől veszélybe kerülhet, ha a híd önrezgése az ütemszerű lépésekkel, vagyis a kívülről periodikusan ható erővel egybeesnek. Ha néhány egyenletes lépés még nem is okozhat kárt, úgy végül annak rendszeres ismétlődése a hidat lassanként olyan hatalmas rezgésnek tenné ki, hogy azt szerkezetében fenyegetné és leszakadhatna. Könnyen elképzelhetjük, hogy egy fahíd még könnyebben kerül rezgésbe, mint egy kőhíd.

A géptervezők is tudják, hogy a rezgés igen végzetes lehet. Ha például, a hajógép fordulatszáma egybeesik a csavartengelyek önrezgéseivel, akkor az acéltengelyek eltörhetnek. Ilyen rezgéseknél nem mindig hallható kivehető hang, mert a rezgésszám még a fülünk által érzékelhető alsó határ alatt van (ezt az alsó határt az egyes fizikusok különféleképpen írják elő; Helmholtz ezt a húrok számára másodpercenkénti 37–34 rezgésben, a hangvilla számára 28 rezgésben adja meg. Más adatok azonban még mélyebbre mennek le). A rezgésjelenségek számára egy további példa a poharakba való beéneklés. A pohár felrobbanna, ha az erős és ugyanabban a hangmagasságban hosszan kitartott hangot az üveg önhangjával összehangolnánk. Bizonyára számos zongoristának feltűnt már, hogy gyakran egy tárgy a szobában együtt csörömpöl, ha egy pontosan meghatározott hangot játszik. Ez a hang a csörömpölő tárgy önhangja, amely a rezgésével egy másik tárgynak ütközve okozza a csörrenést. Ha egy hangvillát egy nyitott cső fölé tartunk, melynek levegője ugyanabban a hangban rezeg, akkor a cső levegője is rezegni kezd, és jelentősen felerősíti a hangvilla hangját. Ez akkor is megtörténik, ha a hangvillát a c^1 hanggal egy hegedű f -nyílása fölé tartunk, melynek rendszerhangja (lég-hang) ugyancsak c^1 . A periodikus odaütődést részben a légrezgésekkel, részben a szomszédos anyag együttrezgésével közvetítjük. Ha a hegedű d-húron meghúzzuk az a^1 -hangot, akkor az üres a-húr is rezegni kezd, éspedig kevésbé a levegő közvetítésével, hanem inkább a fa rezgésátvitellel. Ha erősen meghúzzuk egy hegedű a-húrját, akkor a közelében egy másik hegedű a-húr is rezegni fog kissé. Itt a közvetítés elsősorban a levegő által történik. A levegő ismét mozgásba hozza a másik hegedű rezgőtestét, amely azután a fekvésével a húrt hozza mozgásba. De az együttrezgést itt is közvetlenül a levegő továbbítja.

Az említett példánál azonos rezgésszámmal jártunk el a gerjesztő és gerjesztett testnél. Ekkor határozott vagy szinguláris rezgésről, eredeti rezgéséről beszélünk. Minél nagyobb a test tömege, annál nehezebb azt együttrezgésbe hozni, és csakis akkor, ha a rezgésszámok pontosan egybeesnek. Minél könnyebb egy test tömege, annál könnyebben fog rezegni. Ezért lehet egy húrnál, egy vékony falemeznél vagy egy rögzített membránnál még akkor is együtt-

²³ Mindenekelőtt Helmholtz-ra utalok.

rezgést találni, ha a gerjesztendő hang csak körülbelül egyezik a másik önhangjával. Ezt is még eredeti rezgésesetként szemlélhetjük. Minél nagyobb azonban a különbség a hangmagasságban, annál kevésbé lesz hajlamos a második test az együltreztetésre. Ha a nagytömegű testeket rezgő mozgásba hoztuk, akkor ezt a mozgást még akkor is igyekeznek megtartani, ha a gerjesztés indítéka abbamaradt, míg a könnyű tömegű testek, például a húrok, membránok és vékony falapok gyorsan abbahagyják a rezgőmozgást.

Amíg az eddig a szokásos nyelvhasználat szerint az ilyen eseteket berezgésnek neveztük, ahol egy gerjesztő rezgésszáma a rezonálandó test rezgésszámával egybeesik (vagy legalábbis közelítően esik egybe), adódik egy általános rezgés is, amelynél egy test minden egyes rezgésszámra együtthangzik. Ragyogó példa erre a dobhártyánk, amely megfeszített membránként minden általunk érzékelhető hangra együltreztet, és a rezgést a belső füljáratba vezeti tovább. Ehhez elegendő egy olyan enyhe lökés, amelyet a levegő – mint rezgésátvivő médium – gyakorol. Azt hiszem, hogy a dobhártyának is van önhangja, amely azonban – ezen membrán parányisága miatt – olyan magas, hogy a még felfogható hangok határa fölött fekszik. Ha az önhang ezen a határon belül lenne, akkor az – ha a tulajdonképpeni rezgés adott – erősebben lépne elő. Különbözik ha egy test rezgéseit más rezgésszámnak kellene kierőszakolni, akkor általában már nem lennének elegendők az ilyen enyhe lökések, amelyeket a levegő, mint közvetítő fejt ki. Inkább egy kapcsolatnak kell bekövetkezni. A kezünkben tartott, megütött hangvilla nem tud gerjesztetni egy asztallapot; de az asztallapra helyezve a hang jelentős felerősítésre talál, mert most az asztallap az anyagok közvetlen kapcsolata révén kényszerül együltreztetni. Helyezzünk egy hangvillát egy üres dobozra, amelynek önhangja (ha lehetséges a léghangja is) pontosan megegyezik a hangvilláéval, akkor a hang rendkívüli módon fel fog erősödni. A felerősítés sokkal csekélyebb lesz, ha a kísérletet egy másik hangvillával fogantatosítjuk, amelynek a hangja több hangközzel távolabb van az előbbiétől. Mindkét esetben a dobozról veszik fel a rezgéseket. Az első hangvillánál azonban készségesen követi a kívülről jövő kezdeményezést, mert itt a tényleges rezgéseset forog fenn. Ez a készséges felvétel erősebb hangokban nyilvánul meg. A második hangvillánál a doboznak egy külső kényszernek kell engedelmesskedni, és ezért kevésbé rezeg erősen. Ez a szempont – ahogy látni fogjuk – a hegedű számára rendkívül fontos. A húrláb és a húrfeszesség mechanizmusa hozza ugyancsak rezgésbe a rezgőtestet, amelyeket eddig egyszerűen kierőszakolt rezgéseknek tekintettek. Csak az a kérdés, vajon a hegedű készséges-e alávetni magát ennek a kényszernek.

A húrrezgéseket ismeretesen, hogy kivehetően legyenek hallhatók, egy zengőlappal fel kell erősíteni. Ha egy húr két fal közé feszítünk, amelyek szinte egyáltalán nem rezegnek együtt, akkor a húrhang nagyon gyengén lesz hallható; mert a húr a csekély felülete miatt a körülvevő levegőnek – általa a rezgések először a fülünkhöz érkeznek – a rezgésenergiájából csak keveset képes átadni. Már jobban megteszi ezt, ha (mint a Monochord-nál) egy falemez fölött feszítik fel, mert most a lemez részt vesz a rákényszerített rezgésekben, és azt széles felületen átadja a környező levegőnek. A hegedűnek, a hangszerek királynőjének²⁴ tehát az a feladat, hogy a húrrezgéseket az egyes hangoknál lehetőleg nem csupán egyenletesen felerősítse, hanem meg is szépítse, és nemesebbé tegye, felülmúlhatatlan tökéletességben feltárja. Ez a nagyszerű megoldás eddig magyarázatát adta a kierőszakolt rezgések átvételében a húroknak a rezgőtestre áthelyezett rezgésével. Eszerint a hegedű tehát úgy viselkedik, mint az olyan általános rezgésjelenségű test, amelynek minden rákényszerített rezgést együtt kell végezni. Másrészt azonban tudták, hogy bizonyos előfeltételek, amelyek nevezetesen a fa minőségére, a külső formára és a lemezek vastagságára vonatkoznak, nem közömbösek egy jó rezgés

²⁴ Mersenne már 1626-ban így nevezte a hegedűt a „Traité des instruments à cordes” c. művében. (IV. I. rész 177 old.) (vesd össze, Rühlmann-nal)

kialakítása számára. Annak felismerése, hogy a hangtestnek önhangja van – amely a Savart által bizonyított rendszerhangot (léghangot) megjeleníti – nem könnyítette meg a titokzatos rezgésfolyamatok magyarázatát, hanem inkább súlyosbítóan hatott. Helmholtz-nak – aki a hegedűrezgés kérdéseivel nem foglalkozott behatóan –, mint éles megfigyelőnek nem kerülte el a figyelmét, hogy a hegedűnél (és a mélyhegedűnél) az erősebb rezgés által a léghang mellett egy szext-tel magasabb hang is szembetűnik. Bausch egyik hegedűjénél – legerősebb rezgésű hangokként – a c^1 - $cisz^1$ és a^1 - b^1 -hangokat találta. Ez a megfigyelés – amely Savartnak elkerülte a figyelmét, és első alkalommal feltehetően Helmholtz hozta nyilvánosságra – bizonyára az adott hegedű gerendahangjára vonatkozott. Éppenséggel az alsó háthang is lehetett az, amely kopogtatással legtöbbször jól hallható. Eljárásom szerint – amelyet Helmholtz nem ismert, különben alkalmazta, jellege és keletkezése szerint biztonsággal meghatározhatta volna az a^1 - b^1 hangokat.

A második önhangnak meghatározása sem hozott még könnyítést a hegedűnél a rezgésfolyamatok magyarázatára. Helmholtz az általa ismert két önhangot illetően megjegyzi: „Ezeknek a sajátos rezgésarányoknak a következménye, hogy a húrok azon hangjának, amelyek a légtömeg önhangjainak jobban megfelelnek, viszonylag erősebben kell előtűnni. Világosan észrevehetők a hegedűn és a csellón²⁵, legalábbis a legmélyebb önhangnál, ha megfelelő hangokat hozunk létre a húrokon. Különösen telten hangzanak, és e hangok alaphangja igen erősen lép fel. Gyengébb fokozatban vélem hallani ugyanazt a hegedű a^1 hang számára is, amely a magasabb önhangjának felel meg.” „Nem kifejezetten erős a rezgés csúcscértéke a légtömeg saját hangjai számára; ez egyébként is sokkal nagyobb különbséget hozna létre az adott vonós hangszerek hanglétráján, mielőtt a skála azon részét átléptük, amelyen a légtömegének önhangjai fekszenek. Ennek megfelelően állítható, hogy a befolyás e hangszerek hangjánál, az egyes parciális rezgéseinek viszonylagos erősségére nem túlzott teljesítmény. Rühlmann azt állítja (277 old.), hogy az önhangnak – amelyet Savart oly fontosnak tart – a hangszerek hangja számára nem kellene olyan nagy fontosságot tulajdonítani. „E sajátos rezgéskapcsolatok következtében a hangszerbe zárt légtömeg saját hangjának, vagy a felhangjaihoz közel fekvő hangoknak erősebben kellene kiemelkedni, és teltebben kellene megszólalni.” Rühlmann tovább idézi Helmholtz fentebb közölt nézetét: „A rezgés maximuma a légtömeg önhangja számára talán nem túlzottan nagy erőben nyilvánul meg.” Bár Jonquiére (190 old.) is úgy véli, hogy a Helmholtz által említett két önhang hatással lehet a húrok közelében fekvő hangokra, és „nem lehetnek befolyás nélküliek a hangszerek karakterére.” Óvott azonban az ilyen önhangok túlértékelésétől: „Mindamellet nem szabad az önhangok befolyását túlbecsülni; ha igen erősen kifejezésre jutna, akkor a hang egyenletessége a hangszer különböző hangfekvéseiben a hang egyenletessége hátrányt szenvedne.” De miért nincs az említett önhangoknak, nevezetesen a rendszerhangnak és a Helmholtz által idézett – általam gerendahangként meghatározott – hangnak a hegedűnél a hang egyenletességére jelentős befolyásuk? Aki az eddigi fejtegetéseimet követte, maga is megadhatja rá a választ: Mert ezek nem az egyetlenek és más, általam bebizonyított önhangokban találhatók. Mennyiben áll fenn a rendszerhangnál ez az eset? Rámutattam, hogy a dörzspálcával a húrlábon legalább a három fontos fahang, a gerendahang, a háthang és a magas háthang tűnik ki. A rendszerhangot a húrlábon dörzspálcával, vagy egyáltalán nem, vagy csak gyengén lehet létrehozni. Ha egy húr rezeg, akkor a rezgés hatása elsőként a támaszhelyein, a húrlábon és a felsőnyergen nyilvánul meg. Az utóbbinak a hatását – mint kevésbé jelentőst – még számításon kívül hagyhatjuk. A közvetlen rezgéshatás tehát a húrlábnál elsősorban azoknál a hangoknál nyilvánul meg, amelyeket a legkönnyebb rajta létrehozni, például az a^1 , c^1 és e^2 hangokat.

²⁵ A mélyhegedű és a cselló önhangjait vesd össze a könyv idevágó fejezetével.

Ezek ennél fogva nagy ellenhatást képeznek a légtér (rendszerhang) önhangjával szemben, amely bár önmagában könnyen jön rezgésbe, de közvetlenül a húrlábon gyengén érzékelhető. Ezzel szemben, ha a c^1 léghangot a hegedűn játsszák, akkor annak a c^2 első felhangját a húrlábon egy közvetlen rezgésbázisként, a c^2 háthangban találunk meg. Felerősödése nézetem szerint azonban nem hiba, mert így a rezgés nagy tömege elterelődik az alaphangról. Ezt azonban a léghang még mindig gazdagon felerősíti. Enné fogva a hegedű rendszerhangja a szomszéd hangok erejével valójában kissé kiemelkedik, de nem annyira, hogy zavarólag hasson. Ha a rezgőtestben csak ez az egy önhang létezne – ahogy Savart vélte –, akkor a hegedű, mint hangtest használhatatlan lenne. Egy kompenzáló hangtestről többé szó sem lehetne. Már valamennyivel jobbak lennének a körülmények, ha a Helmholtz által megállapított második önhang hozzájönne, amelyet gerendahangnak neveztem el.

De ez a hang is – ha játsszák – a többi hátrányára méltatlanul elterpeszkedne, és csak a rendszerhangban találna egyenrangú riválisra. Azonban valóban erős ellensúlyra talál a háthangban, mindenekelőtt a C-ívek közti rész hangjában, de az alsó háthangban is. A gerendahang kétségtelenül – ha játsszák – erőteljesen előléphet, ha – ahogy korábban bemutattam – túlságosan egyoldalúan képezték ki, és alkalmasint a C-ívrész hangjához való közeledéssel vagy egyenlőségével túl erős támaszra talál. Ez azonban egy jó hegedűnél mindig erős, de nem túlzott rezgéssel tűnik ki. Mivel a példánkban rendszerhang és gerendahangként a C-dúr hanglétra valóban előforduló hangjait vettem, így részben olyan tiszta rezgésekről van szó, amelyek a felhangok számára is beléphetnek. Ugyanis a hegedűnél a kikényszerített rezgésekről csak feltételes módon beszélhetünk. A legtöbb játszott hang számára a tiszta rezgéseset következik be, amelyben az adott hang (a mélyebb hangoknál legalább az első önhangok) az önhangok egyikében találja meg a rezgésbázisát, például a gerendahangban, a háthangban stb.; vagyis: A húrrezgést a hangtest egy részén az adott határozott (singuläre) rezgés fogja felerősíteni, hogy a többi részek az általános rezgés által rá legyenek kényszerítve. Vagy alkalomadtán fordítva: A húrrezgést a húrláb mindig a hegedű középső részére kényszeríti rá, hogy azután a további távolabb fekvő részeken (például a pofákon) közvetlen rezgőbázist találjon. A húrrezgés átvitelét a húrláb és – ha jóval csekélyebb mértékben – a nyak is közvetíti. Elméletileg a húrok fekvését a húrláb-bevágásokban és a felsőnyereg rovátkáiban jelölik meg, de nem abban az értelemben, hogy itt teljes mozdulatlanság uralkodik. Hiszen akkor nem történhetne meg az átvitel. A rezgő húr úgy rángatózik az ágyazatán, hogy a rezgésenergia egy része áterjed a támaszokra. A rugalmasra alakított húrláb képes az ilyen nekiütődéseket a húrok támaszain lazítani, miközben fent oldalsó ingadozásba kerül, amely – ahogy tapasztalni fogjuk – lent függőleges mozgásokra váltanak át. A húrláb erőteljes ide-oda utaztatását különösen a vonó húzáshelyének közelsége segíti elő (vesd össze 17. fejezet). Ezek a kedvező feltételek kevésbé állnak rendelkezésre a nyaknál, amely merevsége miatt csekélyebb mértékben alkalmas az oldalazó ingadozásokra; hiszen a meghúzás helye is messze esik a felsőnyeregtől. Az oldalazó ingadozások tekintetében ezért a nyaknak nem sok része van a húrhangok felerősítésében.²⁶

²⁶ De Seiffert professzor vizsgálatai alapján a nyaknál egy másik következményt is elfogadhatunk, amelyre már utaltam. Csatlakozott Barton (Philosophical Magazine, 6. sorozat, 1910/20) és Haas (On the motion of the bridge of the violin, Amsterdam 1909) kísérleteihez, akik kimutatták, hogy a húrlábnak nem egyedül oldallengéseket, hanem (a húrok irányában) hosszanti ingadozásokat is kell végezni. A húrlábon és a felsőnyergen ugyanis a húrrezgés által a hanyatló húzás irányába gyakorol hullámzást, amely a nagyobb kilengéseknél éri el a legnagyobb erősségét. A húrláb a rezgő húrok alátámasztásánál enged a húzásnak, amelyben ugyancsak kissé a húrok irányában rezeg. Ez a hatás a nyaknál úgy nyilvánul meg, hogy az – Seiffert adatai szerint – az ütemes rángatás következtében a felsőnyeregnél egy előre és hátra irányuló csavart mozgást fejt ki mint tengely a nyakláb táján. Mi-

Ha most visszatekintünk az $a^1:c^2:e^2$ fa-önhangok korábban feltételezett arányaira, akkor az egyes hangok rezgőbázisa a korábbi megállapításaim szerint a következő módon jelenek meg: A rezgőtest legmélyebb hangjaként a rendszerhangot kapjuk (a feltételezett c^1 módon), ahogy az a fa- és a légtömeg egysége által képződik. A játékra kész hegedűnél ezt a hangot már nem olyan könnyű dörzspálcával létrehozni a fán, ahogy ez a lélek nélküli esetben történt. Igen könnyen rezeg azonban a légtömeg mozgásba hozásával, ami már akkor is megtörténik – ahogy említettük –, ha ferdén ráfújunk az f -nyílás fölé. Azonban nagy előnyt jelent, hogy a hang a húrlábon, a húrrezgések közvetítőjén, nehezebben jelenik meg, mert különben túl erős rezgőbázist képződne.

A fa következő mélyebb hangja a játékra kész hegedűnél a C-ívek között lévő hang, tehát a g^1 , a rendszerhang kvintje. A dörzspálcával ezt is gyakran létre lehet hozni a gerendán. Ez a g^1 húrhang számára rezgőbázist alkot, de az a^1 gerendahangban ellensúlyra talál.

Az a^1 gerendahangról fentebb már említést tettünk.

Ezen túlmenően a b^1 , az alsó háthang a húrlábon és különösen az alsó gerendán ugyancsak gyakran megmutatkozik. Ez a hang az a^1 gerendahangban és a c^2 háthangban hatékony ellensúlyra talál.

Ehhez kapcsolódik a c^2 mint az olyan fontos háthang, amelynek a húrlábon is világosan és határozottan kell kialakulni. Ezt a hangot a gerendahang, az alsó háthang és a felső magas háthang fogja sakkban tartani.

A következő fa-önhang az e^2 magas háthang, amely különösen a lélek táján és a húrlábon igen jól kialakítható. Ezt azonban a c^2 háthang, valamint az f^2 vagy $fisz^2$ és a g^2 magasabb pofahangok fogják rezgésben tartani. Az utóbbiak különösen a hát felső „pofáján” találhatóak, ahol még magasabb hangok is előfordulnak. Röviden összefoglalva: a c^1 a rendszerhang, a g^1 , a^1 , b^1 , c^2 , $[d^2]$, e^2 a fa-önhangok és az f^2 vagy $fisz^2$, g^2 a magasabb pofahangok és a még magasabbak. Ha tehát a hiányzó d^2 -től²⁷ eltekintünk, akkor fa-önhangokként megkapjuk a g^1 -től az oktávig a felfelé menő moll-skálát és tetemesen még felette lévő is. Ez a nagyszerű akusztikai szerkezet több mint egy oktávjával kimagasodik a rendszerhang (léghang) széles bázisa fölé. Bár az utóbbinak a szomszédos hangokban nincs ellensúlya, azonban – ahogy mutattam – a fa-önhangok teljes skáláján, mindenekelőtt az $a^1:c^2:e^2$ három legfontosabb hangban megtalálja.

A léghangot igen könnyű rezgésbe hozni, ezáltal az széles rezgésbázist alkot a legmélyebb hangok számára, az üres g-húrtól az f^1 vagy $fisz^1$ -ig, amelyek már a C-ív közötti rész lévő hangjánál találnak támaszra. Nem véletlen, hogy a rendszerhang (léghang) körülbelül a hangsor közepén fekszik, amelynek rezgésbázisul kell szolgálni. Gyakorlati (tapasztalati) úton alakult ki ez a kedvező arány. Azt is vegyük figyelembe, hogy e hangok az által is részt vesznek valamelyest a fa-önhanggal kínált rezgésbázisban, hogy az első felhangja (vagyis az oktáv

alatt azonban a húrláb harántingadozásának a száma pontosan megfelel a húrhangok rezgésszámának, addig a húrok irányában található hosszanti ingadozásai, valamint az előre és hátra irányuló nyakingadozások, dupla olyan nagyok, mert minden két elongációra (=megnyúlás, nyúlás) (az egyik a húrrezgésnek felel meg) két ilyen kilengés jön létre. Ily módon adódik a húrok első felhangjának közvetlen megerősödése. Ha ezt a felerősödést gyengének is tartanám, úgy tűnik, hogy különben semmi alapom nincs a meglétét, illetve a Seifferti vélekedés helyességét kétségbe vonni. Remélhetőleg további kísérletek ebben még több bizonyosságot fognak hozni.

²⁷ A rés azonban adott esetben, bizonyos körülmények között ki lesz töltve, ha a háthang helyett a megosztással két hang jelenik meg.

az alaphangra) e fa-önhangok valamelyikével azonos, vagy annak közelébe kerül. A (kis) g első felhangja például azonos a C-ív között lévő g^1 -hanggal: a g-húr a-hangja, mint az a^1 első felhang, amely azonos a gerendahanggal: a g-húr e^1 hangja az első felhangjában a magas hát-hanggal azonos stb.

Fejtegetéseimből kitűnik, hogy a hegedűnél – ahogy már említettem – csak feltételes módon beszélhetünk a kikényszerített rezgésekről. A kifejezés – eltekintve a c^1 -től – legjobban illik az f^1 vagy $fisz^1$ -ig terjedő legmélyebb hangokra. Itt csak könnyítés a kényszer, mert a léghang könnyen behódol neki. Ennél még egy korlátozás található a rezgésbázis által, amely – ahogy fentebb említettük – az első felhangként jelenik meg a hegedűtesten.

A látszólag rosszul számításba vett d^2 -nél megfontolandó, hogy ez a c^2 és e^2 rendkívül fontos két fa-önhang között fekszik, és a rezgésének mindkettőből előnye származik. A d^2 hang számára is – ha példának okáért az a-húron játsszák – igen fontos, hogy a felhangként képződő d^2 az üres d és g húrokon visszatérő erősítést éljen meg (lásd a továbbiakat később).

Az általam megadott skálán a félhanggal magasabb hangok részben nem találnának rezgőbázist. Helyette azonban a szomszédságuk révén két önhanghoz is jó rezgésfeltételeket kapnak. Ahogy például a h^1 a b^1 -en, az alsó háthangnak, úgy a c^2 -ön erős támaszt talál. A $gisz^1$ a fekvése által a C-ív közötti rész g^1 hang és az a^1 gerendahang között könnyebben jön rezgésbe; a $cisz^2$ a c^2 -höz való közelségével, és nagyobb közeledésével az e^2 -höz, a magas háthanghoz stb.

Eddig a hegedűhangok rezgőbázisát csak mintegy a g^2 -ig, vagyis a két oktáv számára tekintettük át. A magasabb húrhangok számára, mint felerősítő fa-önhangok a g^2 fölött kívül fekvő magas pofahangok jönnek számításba, amelyek a felső pofánál az e-húr (e^3) oktávjához alkalmasszerűen közelednek.²⁸ Továbbá a magas húrhangok számára a fa-önhangok felhangjaival átvehetünk egy erősítést, ha azokat közvetlenül nem is mutattuk ki a dörzspálcával. Ismeretesen az egyszerű zenei hangok felhangok nélkül ritkábban fordulnak elő. Általában tehát hangokkal van dolgunk. Ezzel szemben egy egyszerű hangot mutat fel a hangvilla, ha az előzőek a megütéskor keletkező diszharmonikus felhangokkal hangzottak el. Helmholtz vizsgálatai szerint a legtökéletesebb harmonikus felhangokat a húrok hangjaival tudjuk képezni. Vékony falemezek jól kialakított önhangjainál – ahogy ezekkel a hegedűnél rendelkezünk – némi biztonsággal ugyanúgy elfogadhatjuk a felhangok meglétét, amelyeknek azonban nem szükséges olyan harmonikusnak lenni, mint a húrokénál. Ezek alkotnák a rezgőbázist a g^2 illetve a^2 fölött a kívül fekvő hangok és a mélyebb húrhangok felhangjai számára.

Felmerülhet tehát az a fontos kérdés, hogy az önhangoknak a normálhangolással kapott hangok rezgésszámától való elhajlása nem fog-e kedvezőtlenül hatni. Ahogy feltételezem, ez nem szokott megtörténni. Vegyük például az $a^1:c^2:e^2$ helyett a $gisz^1/a^1:h^1/c^2:disz^2/e^2$ középértéket. Ennek megfelelően a C-ív közti résznél $fisz^1/g^1$, az alsó háthangnál b^1/a^1 és így tovább. Ekkor az a^1 , c^2 stb. számára nem kapjuk közvetlenül a pontosan az ezt fedő rezgőbázist. Ha most az a^1 hangot fogják játszani, akkor a gerendahang nem fog vele megegyezni. De azért, hogy az a^1 egy negyedhanggal eltávolodott tőle, majdnem ugyanannyival közelebb tolódott az alsó háthanghoz, amelyik most még inkább erősítőként hathat. Ha a c^2 hangot játszánánk, akkor a h^1/c^2 háthangon nem találnánk olyan felerősödést, mint előbb az azonosságnál. Azonban a g-hang közelebb fog kerülni a magas háthanghoz. A g^1 cserével jól járnánk, jóllehet ez valamivel távolabb van felfelé a C-ív közötti rész hangjától, de a gerendahanghoz viszont közelebb került.

Ha az önhangok csak kissé térnek el a normálskála hangjaitól, akkor a húrhangok hangtest általi felerősödését még a tulajdonképpeni rezgésesethez számíthatjuk.

²⁸ Csellónál viszonylag jelentősen magasabb pofahangokkal rendelkezünk (vesd össze 20. fejezet).

Megjegyzés:

Ha ebben az irányban még behatóbb kísérleteket végzünk, akkor valamivel pontosabb dolgok is megállapíthatók. Az ilyen kísérletek azonban igen szövevényesek. Ezekhez azonos nemű fát használva, pontosan ugyanazt az építési módot kellene előfeltételként megteremteni. Ennél egy esetben valamivel vékonyabbra lennének a lemezek kidolgozva, úgy hogy végül az önhangok óhajtott különbségei és ezek a kívánt tulajdonságokkal, nevezetesen tisztaság, határozottság, kiegyenlítettség stb. adódjanak. Úgy is eljárhatnánk, hogy egy hegedűnek a félhangjai, ahogy mint a **gisz/a**, **h/c** önhangokkal rendelkezünk, egy olyan hangolást adunk, amely megfelel ezen önhangoknak (**a**¹ helyett tehát **gisz**^{1/a}¹) és akkor megtekintenénk, hogy tapasztaljuk-e a hang javulását. De a vizsgálat ezen útja nem biztos, mert egy megváltozott feszességgel a hegedű különben is valamelyest másként szólna. Azon kívül egyáltalán az sem lenne bizonyítva, ha a második, tetszés szerinti hegedűnél, amely véletlenül olyan önhangot mutat, ahogy azt feltételeztük, akkor is egyenlőtlenséget állapíthatnánk meg a hangban. A hangzáskülönbség oka teljesen más dolog lehet, például az anyag különbözősége, a lemezek kidolgozása stb. Semminél nem vagyunk nagyobb veszélyben, mint amikor a hegedűnél az okot és a hatást tévesen hozzuk összhangba.

A hegedűhangok rezgésfelerősítésénél említsünk meg még egy fontos faktort, az üres húrok és azok felhangjainak együttrezgését. Ezt már a fejezet elején, az egyszerű rezgésjelenségek példájánál említettem. A tiszta rezgésesetet ábrázoló együttrezgés – amelyet számos hegedűs is ismerhet – mindig hozzájárul az egyes hangok hangjának felerősítéséhez. Rühlmann már rámutatott, hogy minden egyes hangnemben – mint a G, D, A, E – amelyekből az alaphang a négy üres húr egyike, ezen létra diatonikus hangjainak sokkal tisztább a hangszíne, mint azoknak, amelyek egy félhanggal – mint a Ges, Des, As, Es – mélyebben vagy magasabban fekszenek. Ha például az **a**¹ hangot a g- vagy d-húron játsszuk, akkor az üres a-húr erősen együttrezeg, mégpedig tapasztalataim szerint jóval erősebben, ha az **a**¹ egyúttal a gerenda hangja. Ebből arra lehet következtetni, hogy az **a**¹ együtt rezeg az üres húrral, ha az **a**¹ gerendahangot dörzspálcával létrehozuk. Ha az **a**¹ hangot a d-húron játsszuk, akkor az üres e-húr **e**¹ hangja együtt fog rezegni, mert az első felhangot ehhez az **e**¹ hanghoz képezi stb. Az üres e-húr **e**² hangja még erősebben fog együttrezegni, ha az **e**² hangot az a-húron játsszák. Itt is erősebb a hatás, ha az **e**² a magas háhangot fejti ki. Ha az a-húron a **d**² hangot játsszuk, akkor ez a d-húron erősebben együttrezeg, amelynek az első felhangját képezi; és egyúttal a g-húron is, amelynek második felhangját ez jeleníti meg. Az a- és a d-húrok által éppen úgy fel fog erősödni az **a**² (ha az e-húron hangzik fel), mint a felhangként adódó **a**². A ges, as, des stb. félhangoknál az üres húrok és azok harmonikus hangjai nem rezeghetnek együtt, ezért a hang sem tud az együttrezgéssel erősítésben részesülni.

Egy felállított elmélet támogatására, alkalomadtán a hegedű nagyszerű rezgőtestét egy haranggal hasonlították össze, amelynél azonban a „tertium comparationis”, a tulajdonképpen ki-egyenlítő pontot – mivel azt nem ismerték – nem vonták be. Így a biztosan egynemű (homogén) anyagból lévő harangot a hegedűvel egy toldatban hasonlították össze (Umschau 1923/24 füzet), amellyel a Koch-féle kiegyenlítő elméletet²⁹ kellett volna megalapozni. Továbbá Max Möckel³⁰ írásaiban, amely nem egyedül a hegedű körvonalát, hanem a boltozatot és a favas-tagságot is matematikai számításokkal, előre meg akarta határozni, úgy ahogy a harangöntők harang formáját és vastagságát előre kiszámítják. Ez mindenesetre lehetséges lehet a haran-

²⁹ Vesd össze a fejtegetéseket a 15. fejezettel és a függelékkel.

³⁰ Vesd össze a függelékkel.

goknál, ha alapul veszik a fém meghatározott ötvözetét, melynek befolyása a harangra tapasztalat szerint már ismert. A híres harangöntők megértették ezt és még azt is tudták, amit Möckel bezzeg nem említett, hogy a felhangokat úgy képezzék ki, hogy azok harmonikus arányokat alkossanak. Így csendült fel Helmholtz szerint (125 old.) Erfurt székesegyházának híres harangja az **E, e, gisz, h, e¹, gisz¹, h¹** hangokon. Van Schaik (235 old.) is megemlíti, hogy van den Gheyn idős holland mester, és a Hemony testvérek is érthették, hogyan lehet a harangok irányváltoztatásával azok hangját tisztán hangolni, ha azt a forma és öntés során még nem kapták meg tisztán. A nagy és közepes harangoknál követelmény volt, hogy a parciális hangok (részhangok) három oktávból, kvintból, egy nagy és egy kis tercből álljanak. Ha ezek után a legjobb harangöntők ily módon az önhangok harmonikus kiképzésére hatással tudtak lenni, és ha másrészt a hegedűknél a favastagság megfelelő megmunkálásával – amelyen azonban nem matematikai, hanem csupán akusztikai szempontok a mértékadók – határozott önhangokat lehet elérni, akkor itt egy összehasonlító pont adódna, amelyre azonban sem a kiegyenlítő (harmonizáló) elmélet, sem Möckel a matematikai konstrukciójánál nem gondolt. Még senki nem állította, hogy a vastagságok matematikai kiszámításával hatással lehetünk a hegedű önhangjára. Erre a mutatóványra számos régi itáliai mester együttvéve sem volt képes. Azonban eltekintve az önhangoktól, a hegedűnek a haranggal való hasonlata is meglehetősen sántikál. A harang egy egységes, szervtelen, homogén anyagból áll, amelyet tapasztalaton alapuló számításnak vetnek alá. A hegedűnél ezzel szemben a lemezeiben két rendkívül változatos, szerves, nem egynemű anyaggal (juharfával és lucfenyővel) van dolgunk. A harang a harangnyelv hozzáerősítésekor csak az önhangján, pontosabban önhangjaiban rezeg (amelynek, ha a céljukat be akarják tölteni, harmonikusaknak kell lenni), úgy amint egy hangvilla, egy gong, egy szilofon fája stb. csak a saját önhangján, illetve önhangjain rezegnek. Ezzel szemben a hegedű, mint egy zengő test legjobb alkata szolgálja a meghúzott húrok rezgésének felerősítését és nemessé tételét, amelyek számos hangot és felhangot felölelnek, amelyek a hangtartományában fekszenek. Azonban hogy ennél a felerősítésnél a rezgőtest önhangjai rendkívül fontos szerepet játszanak, azt már bebizonyítottam. Az pedig szóra sem érdemes, ahogy Möckel állítja (71 old.), „a haragnál előre kiszámított és az öntés által elért szabályokat értelemszerűen a hegedű elkészítésének munkamódszerére a megváltozott, módosított forma tekintetbevétele közben átvinni.”

Ha a hegedű rendkívül művészi és célszerű rezgőtestét egy másik akusztikus berendezéssel akarjuk összehasonlítani, akkor semmi nem látszik alkalmasabbnak, mint az emberi fül, egy kiváló akusztikai képződmény, amelynél különbet sem a természet, sem az emberi művészet nem hozott létre. Helmholtz-nak, a hangtan legnagyobb szakértőjének köszönhetjük annak a csodálatos jelenségnek a magyarázatát, amely lehetővé teszi számunkra a külső hanggerjesztések érzékelését. Ennek megfelelően ez a folyamat a rezgés törvényén alapul. Korábban már említettem, hogy a dobhártyára, mint egy megfeszített membránra minden kívülről ráható rezgést ráerőltetnek, és ezért ennek mindig a gerjesztett hang rezgésszámában kell rezegni. A dobhártyának tulajdonképpen – mint ahogy egy feszes membránnál általában lenni szokott – a rezgéssel csak akkor kellene rezgésbe kerülni, ha a kívülről fellépő rezgések a saját önhangjával (legalább megközelítően) egybehangzanak. Hogy a dobhártya minden tetszés szerinti hanggal képes együttrezegni, az a hallócsontokkal lévő összeköttetésével magyarázható, amelyek önrezgéseikkel bizonyos ellenállást állítanak szembe. A dobhártyának tehát az a feladata, hogy minden tetszés szerinti, kívülről behatoló hangot felvegye és a középső fül hallócsontocskáinak segítségével, a belsőfülnek továbbadják. Itt történik a hallás tulajdonképpeni lefolyása, amely Helmholtz szerint csak a rezgésjelenséggel magyarázható.

Hasonló módon minden a hegedű hangtartományában kialakítható húrhang a húrláb segítségével tovább kerül a teljes rezgőberendezésre, aminek mint a dobhártyának minden hangot fogadni kell, s ahogy láttuk, a művészi felépítésével különösen képes a rezgés felerősítésére.

A fül belsejében, az úgynevezett csigában egy rendkívül fontos membrán, a Basilarmembrán (membrana basilaris) található, amelynek sugárszerűen futó, erősen feszes rostszárait – Helmholtz szerint – hasonlóként, mint különféle hosszúságú, sok húrból álló rendszert fogjuk fel. Minden egyes rotszál egy adott hangnak felel meg. Hogy az ilyen rövid húrok a mélyebb hangokra is tudnak reagálni, azt Helmholtz azzal magyarázza, hogy a Basilarmembrán húrjai mindenféle állékony formációval, és a két csigalépcső vizével vannak megterhelve. A rezgéstörvények szerint egy ilyen szál (húr) együtt rezeg, ha a neki megfelelő hang megszólal. Egy zenei hangnál vagy hangzásnál azonban nem egyedül az alaphangon rezgő szálat (és csekélyebb mértékben a szomszédos szálatokat) fogja a Basilarmembrán gerjeszteni, hanem minden egyes felhang is együttlengésbe hoz egy megfelelő szálat. A hang ezután a fülünkben alkotórészeire bomlik. Így egy gyakorlott fül is képes lehet, hogy egy hangból rezonátorok segítőeszköze nélkül is kihallja a részhangokat. Ugyanúgy számos hangot egymásután is lehet hallani a hozzátartozó mellékhangokkal.

A Basilarmembránnal a „Cortische” szerv, mint a tulajdonképpeni hangérzékelések hordozója áll összeköttetésben. Ez mintegy 4500 ívszállal, az úgynevezett Cortisch-ívekkel rendelkezik, amely fokozatos ráhangolással minden érzékelhető hangnak a megkülönböztetés elegendő szabadságával megfelel. A Cortisch szerv ezután felveszi a Basilarmembrán rezgéseit és továbbadja a fogadó inger a hallóidegnek és az agynak, ahol azok áttértelemződnék, amit hallásnak nevezünk. Vajon a Basilarmembrán egyes szárai és a Cortisch ívek tulajdonképpeni akusztikai értelemben rendelkeznek-e önhangokkal, úgy hogy ezek a szálak a rezgéstörvény szerint mindenkor rezgésbe jönnek, vagy csak a rezgés egyik hasonló folyamatával van dolgunk, melynek megfejtése meghaladja a felfogóképességünket, és ne firtassuk. Mindenesetre a hallás Helmholtz-féle hallásrezgés-elmélet a hangérzékelések indoklásához kiváló alapot nyújt, úgy hogy nehéz lenne valami jobbat a helyére állítani. Úgy tudom, hogy ez a hipotézis még a mai napig sem túlhaladott, jóllehet már más elméleteket is felállítottak.

o o o o

Az előző fejezetekben a hegedűt több mint egységes egészként vettem szemügyre, amelynél az olyan fontos részek szerepét, mint a gerenda, a lélek, a húrláb, csak fő jellemzőik alapján érintettem. Így a húrlábról egyszerűen, mint a húrrezgések továbbítójáról volt szó, anélkül hogy magyarázatát adtuk volna, hogyan jön létre egy ilyen átvitel. Bár azt is megtudtuk, milyen nagyarányú akusztikai változások mennek végbe a hangtestben a lélek behelyezésével, de még semmit sem tudunk a legjobb helyéről, a húrlábtalptól való távolságáról, beszorításáról stb. Éppen úgy az *f*-nyílásokat és a gerenda szerepét nem mutattuk még be kimerítően. A következő fejezetekben mindezt pontosan megtárgyaljuk.

8 AZ *f*-NYÍLÁSOK

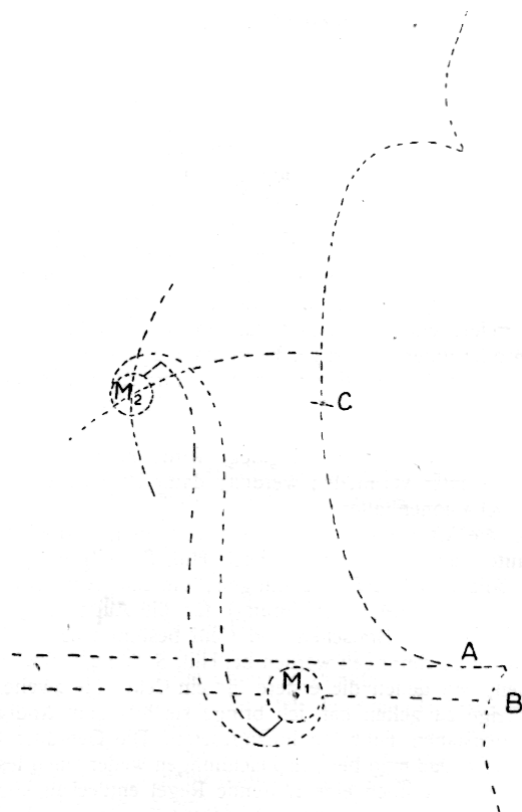
Ahogy a hegedű körvonalának és boltozatának szép ívelése – statikai és akusztikai követelményekkel párosulva – a művészi és esztétikai formaérzékből lassanként kibontakozott, úgy az *f*-nyílások is fokozatosan szép, Stradivarinál felülmúlhatatlan alakúra és igazi célszerűséggé formálódtak. Nem áll szándékomban, hogy most annak történelmi fejlődéséről beszéljek. Ebben a tekintetben Rühlmann művére fogok utalni. Bennünket különösen a legjobb mestereknél talált tényleges arányok akusztikai szempontból érdekelnek. Már említettem, hogy a tetőhangnak a felső *f*-szemek közelebb tolásával mélyülni kell, mert ez által a bevágások közti lemez gyengülése, ennél fogva a rugalmasság csökkenése következik be. Fordítva volt természetesen a régi C-alakú nyílásformánál, amely a középvív mentén helyezkedett el (vesd össze példaként a Niederheitmann könyvében a 41. old. a „Woeiriotsche” hangszer közepén fekvő képével) és még egy igen széles összeköttetést hagyott átmenetként felülről az alsó tetőmezőhöz, hogy a tetőhang sokkal magasabban maradjon. Azért kellett a tetőt vékonyabbra kidolgozni, hogy a legkedvezőbb, a háthoz hozzáhangolt akusztikai arányokat megteremtsék. Ezzel szemben az *f*-alakú formánál az összeköttetés keskenyebbé vált. A tetőt vastagabbra lehetett venni és a rezgőképességet mégis növelni tudták. A két felső *f*-pontot annyira közelítették, ahogy az ésszerűen megtörténhetett; hogy a felső *f*-szemek közötti hely még legalább a húrlábszélesség, tehát körülbelül 4 cm volt. Ismeretesen a legjobb itáliai mesterek a felső *f*-szemeket körülbelül annak a közelébe vitték, mialatt a régi német hegedűépítők azokat rendszerint egymástól távolabbra helyezték. Az *f*-nyílásokat még közelebb, mint 4 cm nem lenne célszerű összetolni. A gerendát ekkor túl ferdén kellene elhelyezni; a húrlábtalptól kimenő, mindenekelőtt a pászták irányában elvezetett rezgéseket a jobboldali felső *f*-szem részben levágná. Ennél fogva a felső *f*-pontok távolságának jó normálmérete 4,2–4,3 cm, ahogy ezt rendszerint most a hegedű normálméreténél alkalmazzák. Továbbá igen fontos volt az *f*-nyílások tetőszegélytől való távolságának meghatározása. A húrlábálláshoz, illetve a testmenzúrához kellett velük alkalmazkodni, miután már felismerték, hogy az *f*-nyílásoknak szimmetrikus módon a húrlábvonal felett és alatt kellett elhelyezkedniük. Korábban a húrláb és az *f*-nyílások között gyakran egyáltalán nem volt ilyen ésszerű viszony.

Stradivarinál és más hegedűépítőknél az arány olyan, hogy a belső *f*-bevágások, amelyek a húrlábvonal (testmenzúra) számára meghatározók, meglehetősen azonos távolságban vannak az *f*-nyílások a legfelsőbb és legalsóbb (legkülső) *f*-ívtől. Vagy úgy is, hogy a belső bevágás távolsága a felső ívtől azonos a külső bevágása alsó ívétől. Azonban nyomatékosan kihangsúlyozom, hogy kis ingadozások lehetnek, mert a régi mesterek az *f*-nyílásokat meglehetősen szabadon alakították ki. A belső *f*-bevágások szemmel láthatóan a helyesnek ítélt testmenzúrához igazodtak és csak az *f*-nyílások kidolgozása után metszették be. Így kerültek egyszer mélyebbre, más alkalommal valamivel magasabbra a felső vagy az alsó *f*-szemekhez. Még ugyanannál a mesternél is előfordulhattak kis ingadozások.

A manapság leginkább szokásos módszerekkel – az *f*-nyílásokat teljesen, a középeresztéktől kiindulva, a bevágásokkal felrajzolva, amelynél a testmenzúrát azonnal meghatározzuk – könnyebben lehet az ingadozásokat elkerülni. Ez az eljárás azonban sablonszerűvé vált. A régi mesterek módszereiről jó értesülésekkel rendelkezünk. Létezik még (Hillnél a 207. old.) az *f*-nyílásrajzok egész sorozata, amelyet Stradivari a hegedűk, mélyhegedűk és csellók számára határozott meg és „Misura per gli occhi”-nak (a szemek mérete, [rajza]) nevezett. Ezek közül kettőt lenyomatban bemutatok. Az egyiket csellóhoz, a másikat hegedűhöz mintaként hasz-

nálták. (betűkkel én egészítettem ki). A Hill testvérek megállapítása szerint a rajzoknál sem egy szilárd kiindulópontot, sem egy vezető előírást nem lehet felfedezni. De mi legalább azt akarjuk meghatározni, amit a vizsgálódó tekintetnek észre kell venni. Stradivari az *f*-szemek rajzolásakor a külső kontúrvonalaktól lefelé a szegély és a káavastagság levonása után indult ki, úgy hogy kapott egy vonalat, amely azonos volt a belső kávaoldal (kiskáva illetve abroncs nélküli) futásával. Ez a vonal körülbelül megegyezett a berakás sávjának a külső szélével. Ezért ezt a vonalat egyszerűen berakásvonalnak vagy káavonalnak nevezzük el; ez az *f*-nyílások rajzolásakor jó alapot nyújthat.³¹ Szemléljük meg először egy cselló *f*-nyílásainak rajzát, mert ez igen egyszerű. Stradivari – hogy az alsó *f*-szemet megkapja – húzott egy keresztvonalat, amely az A-pontban érintette a berakásvonal alsó ívelését. Egy bizonyos távolságban (amelyet arányosan valamilyen méretről vett, vagy teljesen szabadon is készíthetett a hangszeren) ezen keresztvonal alatt húzott egy párhuzamost, amelyre az alsó *f*-szem középpontját helyezte. E párhuzamoson lévő B-pontból lefelé lehúzott egy vonalat ismét arányosan vagy szabad belátása szerint. Ezen kijelölte az alsó *f*-szem M_1 középpontját, amelynek nagyságát a hangszer méretéhez igazíthatta. A felső *f*-szem meghatározásához rajzolt az alsó *f*-szem M_1 középpontjából egy kört, az *f*-szem középpontjának általa ismert (arány szerinti?) távolságával megegyező sugárral.

Ezután meghatározta a C-pontot, amelynek távolsága az M_1 -től egyenlő az M_1 , M_2 közötti távolság és az alsó *f*-szem átmérőjének különbségével. A B M_1 sugárral rajzolt egy körívet a C körül és így megkapta a második mértani helyet a felső *f*-szem M_2 középpontja számára. Az *f*-szemek meghatározása után egy sablon készítéséhez (Hillnél 207 old.) a teljes *f*-nyílást ki tudta rajzolni. A cselló *f*-nyílásának a szerkesztése ezzel a módszerrel igen egyszerű. Valamivel bonyolultabb a hegedű *f*-nyílásainak megszerkesztése. Stradivari itt is két alsó keresztvonalat vett igénybe.



Az *f*-nyílás szerkesztése

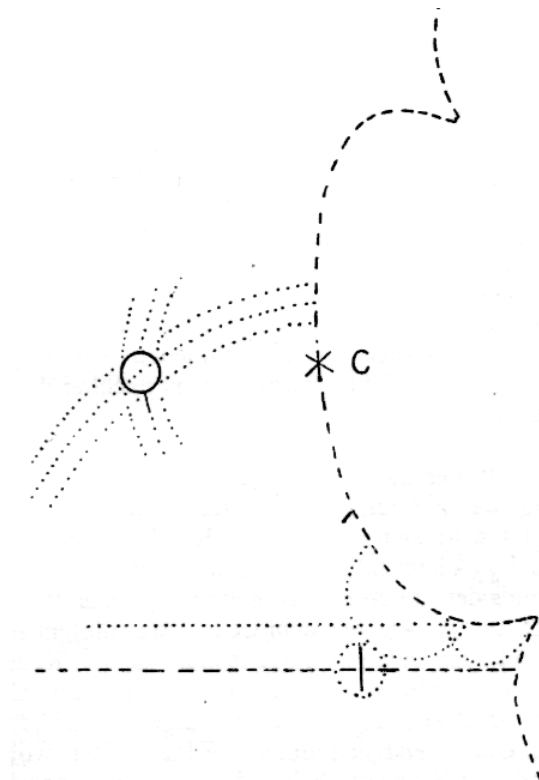
³¹ Elfogadom, hogy Stradivari a tetőt mindig ideiglenesen rögzítette, annak körvonalát pontosan a kávakoszorú körvonala szerint fektette le, utána a tetőt levette, majd elkészítette a berakást, az *f*-nyílásokat és a gerendát.

Hogy a kis legkülső félkör sugara (jobbra) adja-e ezeknek egymástól való távolságát, azt pontosan nem jelenthetjük ki. A nagy félkör érinti az alsó *f*-szem kerületét. Vajon a három kis kör (lent jobbra) az átmérőjükkel – ahogy M. Möckel véli – kapcsolatban áll-e az aranymetszéssel (Omnis, Major, áldetermináns Minor), vagy ezt a hozzávetőleges kapcsolatot (a Major kissé túl nagy) csak véletlenül kapták, nem tudom utána ellenőrizni, mert Stradivari többi *f*-rajza nem áll rendelkezésemre. A cselló *f*-nyílásánál effajta három kör egyáltalán nincs berajzolva. Ha Stradivari ennél a három kis körnél valóban az aranymetszésre gondolt, teljesen céltalan lett volna, mert a kész *f*-szemek viszonylag valamivel nagyobbak a hegedűn, mint a rajzon. Stradivari a felső *f*-szem meghatározásához két kör helyett hármat vett és így kapott egy behatárolást, amelybe azután ceruzával berajzolta az *f*-szemet. Nem véletlenül alakult, hogy a kávvonaltól (berakásvonal) képzett legkisebb kör sugara az alsó *f*-szem-középpont távolsága azonos ettől a vonaltól, úgy, mint a cselló *f*-nyílásnál a sugár e távolságából egy megfelelő, felső körívet nyert.

Foglaljuk tehát röviden össze az eddig elmondottakat. Stradivari a káva- vagy berakásvonaltól kiindulva először az alsó *f*-pontot határozta meg, amelynél az alsó sarok helye döntő volt. Ezután kijelölte a felső *f*-pont állását, melynek helyét az *f*-nyílás szándékolt nagysága által és a kávvonaltól – tehát a középvív külső vonalától – való távolsága szerint határozta meg. Azután egy sablont helyezett a felrajzolt két *f*-pontra és megrajzolta a teljes *f*-nyílás körvonalát.³² Akkoriban általában ezt az eljárást alkalmazták, amelynél tehát az *f*-nyílásokat kívülről befelé rajzolták fel (Hill 206 old.) és – ahogy már említettük – jelentősen eltért a most szokásos folyamattól. Ezt visszajára fordítanánk, ha feltételeznénk, hogy Stradivari mindig ezen egyetlen *f*-rajz szerint járt el a hegedűknél. Hiszen több ilyen rajza is volt. Számos hegedűnél találunk azonosságot az *f*-szemeknek a szegélytől való távolságát illetően, például Stradivari „Dolphin” hangszerénél (Hill 66 old.), vagy az 1726-ból való hegedűjénél (Hill 85 old.). Stradivari éppen az *f*-alakjának a megformálásánál nem volt egységes, ismételten használt mintához kötve, hanem szabad, művészi mérlegeléssel, sőt egy és ugyanazon mintánál, teljes *f*-nyílás kivágásánál is alkalmazott még módosulatokat. A felső és az alsó szemek kitűzése ellenére, annak rendje és módja szerint adódtak még enyhe különbözőségek, ahogy végül a teljes *f*-nyílás kialakult. A Hill testvérek (205 old.) is megállapították, hogy nehéz

³² Max Möckel (Zeneszerszám újság, 1925/12. sz.) Stradivari *f*-nyílás-rajzát kapcsolatba hozta saját matematikai szerkesztésével, amelyben a régi itáliaiak titkát látja (vesd össze a függelékben lévő kritikai megjegyzésemmel). A hegedű-*f*-nyílás Stradivari-rajza eszerint szabályos ötszögek köreiből és maradványainak összekapcsolása lenne, ahogy Möckel az utóbbit a hegedűje építésekor alkalmazta. De az ilyen „ötszögmaradványoknak” azonban nyoma sem található. A két párhuzamos transzverzálissal azonosította könyvének rajzaiban (Nr. 30,33,34 stb.), amelyek azonban a sarkok tájékán teljesen más helyen találkoznak. Az alsó *f*-szem Stradivari rajzán Möckel szerint egyáltalán nem *f*-szem, és sokkal mélyebben fekszik. Stradivari tehát egy olyan *f*-szemrajzot adhatott („Misura per gli occhi”), hogy annál az alsó szemet berajzolta volna! Möckelnél ezen *f*-szem túl mély állása egyébként nem egyezik az eredeti Stradivari rajzaival. A három fentről lefelé futó koncentrikus körívnek kétségtelen középpontjuk a kávvonalon vannak (Möckel légtérvonalnak nevezi), általam X-szel jelzett C-pontokban, Möckel – nyilvánvalóan arra törekedve, hogy az ötszögeinek szerepet jelöljön ki – megad egy középpontot egy ötszög-sarokban, teljesen a kávvonalon kívül, úgy hogy a három kör sugarai a mi rajzunkon egy-egy centivel nagyobbak lennének. Erről bárki könnyen megbizonyosodhat, ha körzőt vesz a kezébe. Már ez a megállapítás is bizonyítja, hogy a möckeli kísérlet, hogy saját konstrukcióját Stradivariéval összehangba hozza, teljesen balul ütött ki. Tehát a bizonyítékát nem nyújtotta olyan kifogástalanul, hogy annak helyességéről egy szakmai vitát lehessen indítani. Még egyéb helytelen dolgot is megnevezhetnék (például a három másik koncentrikus körív középpontját), de a bemutatott is elég lehet (vesd össze a függelékben Möckel rajzát az ötszögekkel).

lenne két olyan Stradivari hegedűt találni, amelyeknél az f -nyílások pontosan megegyeznek egymással. Mennyire különböznek a Hill-nél ábrázolt más f -nyílások, például a „Messias”-hegedűnél a maga merész, széles alsó ívonalak, vagy az 1736-ból való „Muntz”-nál lévők is (90 old.), ahol a 92 éves mester az alsó ívelést talán túl laposan jelenítette meg! És mégis ez a művészi alapeszme mindegyiknél ugyanaz.



Más nagy mesterek hasonlóképpen jártak el, mint Stradivari és arra akartak büszkék lenni, hogy valami egyedit, személyeset alkossanak. Ezt Carlo Bergonzi munkáinál is megfigyelhetjük, aki az f -nyílásait a nagy mesterétől, Stradivaritól függetlenül alakította ki. A legnagyobb zsenialitás – olykor azonban gondatlanság és hanyagság – Guarneri del Gesù f -nyílásainak alakításainál látható. Ha a felső szemeket – amelyek véleményem szerint a hangzás számára az f -nyílás legfontosabb helyét képviselik – meghatározta, akkor a többi részt teljesen szabad mérlegelés szerint vágta ki, anélkül hogy egy bizonyos rajzot rögzített volna. Az eredmény olykor pompás, más esetekben bár eredeti, de igen csúnya (így Hillnél, 208 old.).

A hegedűépítés területén a mai kutatók számára is teljesen céltalan tehát, hogy valamely általában érvényes szabályt akarjanak felállítani az f -nyílások kialakítására vonatkozóan. Ha ezek ugyanazon mester egyes munkáinál igaznak is bizonyultak, másoknál talán megghiúsulnának, és ezért nem célszerű általánosítani. Ennek bemutatását sokkal kimerítőbben fogom majd tárgyalni, mint ahogy ez akusztikai szempontból szükséges volt.

Gyakorolnak-e tehát az annyiféle képen megformált f -nyílások befolyást a hegedű hangjára? A nyílás nagyságával mindenesetre igen, amely a rendszerhangot jelentősen befolyásolja. Továbbá a felső f -szemek egymástól való távolságával szintén, amely – ahogy említettük – a tetőhangot, ennél fogva a rugalmasságot is befolyásolja. Egyébként az f -nyílások kialakítása – ha csak bizonyos mértékben található is a megfelelő helyén, és a test-menzúra helyes – nem gyakorol befolyást a hangra, még ha teljesen csúnyán és ügyetlenül van is kivágva. Ezért tudták a régi itáliai mesterek ezt kedvük szerint változtatni, és a mai mesterek is megtehetik ugyanezt. Csak nehéz, ha valaki egyedi akar lenni, hogy egy szép másik formát találjon ki. Számosan fogják például tapasztalni, hogy Stradivari az f -nyílásaival felülmúlhatatlan.

Az *f*-nyílásokkal kapcsolatban a hangzás számára fontos szempontokként általánosságban megállapíthatjuk:

1. Az *f*-nyílásoknak vagy hangnyílásoknak – ahogy az utóbbi megjelölést már kinyilvánítottuk – az a feladatuk, hogy az erős belső légrezgéseket a külső levegőnek átadja. Ezt a célt azonban a tető és a hát a rezgésével közvetlenül is véghezviszi.
2. Méretükkel (hossza és szélessége szerint) tudvalevően befolyásolják a légtömeg (rendszerhang) önhangját és ezáltal lehetővé teszik, hogy az a hangszer hangszínére hatást gyakoroljon.
3. A húrlábnak kedvező rezgésterületet nyújt, amelyben ez – mint ismeretes – a tető középső részét a káva gátló és zavaró befolyásától mentesíti, és azáltal, hogy a tető középső része veszít a merevségéből, a húrláb még erősebb rezgését teszi lehetővé.
4. Az *f*-nyílások a tetőn – ahogy korábban már bemutattam a (4. fej.) tető szakaszban – egy alsó, kis rezgésfelületet teremtenek, melynek önhangja a kész hegedűnél egy kvarttól egy kvintig magasabb, mint a tető összhangja, ahogy ez a basszusgerenda által képződik. Ily módon már a tetőn van egy alaphelyzetünk a magasabb és mélyebb hangok képzésére: A teljes tető-önhangot, a basszusgerendával biztosítva, a mélyebb hangok számára; az alsó kis rezgésfelület a magasabb önhangjaival (általában tetőhangnak nevezve.) a magasabb hangok számára. Azonban még egy hiányosság adódna belőle, ha a basszusgerendán nyugvó bal húrlábtalp lélek nélkül rövidebb eltéréseket végezne, mint a jobb húrlábtalp, amelynek – a lazább talapzatra felülve – az itt meglévő magasabb önhangja (tőhang) ellenére hosszabb kitéréseket kellene végeznie. A kisebb rezgésfelület a magasabb önhangjával azonban kitűnően illeszkedik a háthoz, és a lélek behelyezésénél azzal hangzási egységet alkot. Most a rezgés kitérések számára is mindkét oldalon helyes kiegyenlítést találunk: A bal húrlábtalpon az egész tető (gerendahang) mélyebb önhangja fölött csekélyebb merevség mellett hosszabb kilengések; a jobb húrlábtalpon a tető és a hát az alsó rezgésterületéből eredő önhangnál (amelyhez még hozzájárul a magas háthang) nagyobb merevség és szilárdság mellett rövidebb kilengések vannak. Hogy a régi mesterek (csak a kiemelkedő itáliai hegedűépítők korlátozott számára gondolok) ismerték-e ezt a nézőpontot, azt teljes bizonyossággal nem állíthatjuk. Ezt én sem hiszem. Számomra valószínűtlennek tűnik, hogy ők, akik kitűnő empirikusok voltak, az *f*-nyílások tudatos beállításával a tetőnél két különböző rezgésterület létrehozására törekedtek volna. Nem is jutott volna soha az eszembe, ha egy vizsgálat során nem tudtam volna az akusztikai jelenségeket a kész hegedűnél meghatározni. De hogy a régi mesterek³³ a tető középső részét az *f*-nyílások kivágásával meglazították, és tudatosan a húrlábat körülbelül az így meglazított hely közepére helyezték, azt mindenesetre meglehetősen biztosra veszem. Hiszen ez is egy felvetés, amely a gondolkodó művésznek könnyen eszébe kellett, hogy jusson.

³³ Ennél csak a kiemelkedő itáliai hegedűépítők korlátozott számára gondolok.

A BASSZUSGERENDA

A basszusgerenda (a továbbiakban gerenda) az egyetlen, amelyen a régi mesterek óta – a hegedűnyaktól eltekintve – változás történt. Ezt a magasabb húrhangolás következtében, valamint a megváltozott nyakállás és húrláb és az ez által megnövelt húrlábnyomás miatt meg kellett hosszabbítani és erősíteni (vesd össze 12. fejezet). A régi gerenda sokkal rövidebb volt, mint az újabbak. Stradivari még megelégedett mintegy 24 cm hosszal. Sőt Bagatella csak a testhossz felére, tehát pontosan 18 cm-re vette a gerendahosszt. Ha figyelembe vesszük, hogy az újabb gerendák körülbelül 27 cm hosszúak és középen 5 ½–6 mm vastagok és 10–11 mm magasak, keresztmetszetben legalább dupla olyan erősek, mint a régi, akkor az új gerenda tömegét a réginek legalább 2 ½ szeresére becsülhetjük. Ebben a tekintetben tanulságos Stradivari „Betts”-hegedűjének eredeti, parányi gerendája, amelyet Vuillaume 1859-ben eltávolított, és amely Hill könyvének 192/93 oldalán egy mai gerenda mellett van ábrázolva.

A régi gerenda a fűgavonallal párhuzamosan volt beillesztve. Az újnak helyesen kissé ferde irányt adnak, mégpedig úgy, hogy az a húrlábvonalnál a külső szélével mintegy 1,9–2 cm-rel távolabb álljon a fűgavonaltól, a felső végénél azonban 3 mm-rel közelítse meg, mialatt lent majdnem annyival álljon távolabb. Ez az elrendezés ismeretesen azzal az előnnyel jár, hogy a tető a gerenda mellett hosszirányban nem törhet el olyan könnyen. A gerendának rendszerint enyhe feszítést adnak, vagyis a beillesztéskor nem pontosan azonos az ívelése a tető boltozatával, hanem valamivel élesebb ívben fut, úgy hogy a gerenda két vége mintegy 2 mm-rel eláll a tetőtől. A régi hegedűépítők feltehetően már szintén így jártak el. Bagatella kifejezetten igényelte ezt a feszítést.³⁴ Ezzel a gerenda ellennyomást fejt ki a húrláb lefelé nyomó erejével szemben. Mivel a tapasztalat azt mutatja, hogy az új gerenda beillesztésével gyarapodott a régi hegedű hangja, ezért számos hegedűépítő nagyon erős gerendát alkalmazott. A hang ez által azonban, különösen a g-húron, kárt szenvedett, mert a gerendahang túlságosan megemelkedett, a háthang pedig túlzottan eltávolodott. Ez tisztán mechanikai szempontból kiindulva megfordul, mivel a baloldal, amelynek jóval nagyobb kitérés megtételére kell képesnek lennie, mint a jobb oldalnak, az erős gerenda merevsége akadályozná abban. Azonban magától értetődően egy gyengébb hegedűtetőhöz valamivel erősebb gerenda szükséges, vagy fordítva. Természetesen a tető és a hát közötti arányokat is figyelembe kell venni. A gerenda megerősítése nem volt közömbös a tetőhangok számára sem. Az *f*-nyílások kivágása által leestek a (nem felenyvezett) tető önhangjai; a középrész hangja háromnegyeddal az egész hangig, a többi hang rendszerint némileg kevesebbel csökkent. A modern gerenda beillesztésével lényegében ismét helyreálltak a régi arányok, különösen a középrész hangja. Ennél fogva azonban nem követelmény a pontosság. Tapasztalatom szerint különösen az alsó pofahangok a felső középhez viszonyítva akkor is mélyültek, ha eredetileg ezek a hangok az *f*-nyílások nélkül azonosak vagy majdnem azonosak voltak.

³⁴ Max Möckel (103 és a köv. old.) ellenkező szándékkal ajánl egy feszítést. Úgy véli, hogy a régi itáliaiak a gerendavégeket hozzásimulva hagyhatták, és a tetőt a gerendánál középen vitték hozzá, hogy a tető húrfeszítések általi felemelkedését megakadályozzák. Eltekintve attól, hogy a tető egyáltalán nem tud felemelkedni, mert a húrláb mindig lefelé nyomja, egy ilyen elrendezésnél természetellenes feszítést kapna. A húrlábnyomás még növelné a gerenda által okozott feszítést, amely számomra igen kétes kimenetelűnek tűnik.

Korábbi hegedűépítők már meghatározták azt a tételt, hogy a gerenda hozzáadja a tetőhöz azt a fát, amit az *f*-nyílások kivágása folytán elvesztett. Az angol Davidson (vesd össze Apian-Bennewitz, 100 old.) egy tetőn bemutatta, hogy az *f*-nyílások kivágásával a tető c önhangja³⁵ (nyilván a beállított c) a b-re süllyedt. A gerenda behelyezésével elsősorban a d hang tűnik fel, amelynek megmunkálása után ismét c hangot kapunk. Ezek az adatok jól hangzanak, azonban hiányosak, mivel csak egy hangról tapasztalunk valamit, de a többről, például a középrész hangjáról semmit. A gerenda behelyezése után minden eredeti hanggal nem szükséges a teljes azonosság és aligha szándékoznánk azt elérni. Ha Stradivarinál ez meglett volna, akkor azokat a sokkal erősebb modern gerendák alaposan zavarnák. Ez a zavarás azonban nem eredményezné a hang leromlását. De ha Stradivarinál nem állt fenn egyenlőség – amit mint biztosat szemléltem, mert a parányi gerendájánál az eredeti hangok magasságát nem érték el –, akkor sem tudnánk ezen azonosság nélkül beérni. Egy Stradivari tetővel utólag egyáltalán nem tudnánk mit kezdeni, mert hiszen nem ismerjük milyenek voltak az eredeti hangjai az *f*-nyílások kivágása előtt.

A hegedű „organizmusában” a gerenda feladatát részben már érintettük.

Ez egy megosztott feladat:

I. Statikai cél: A tető, különösen a baloldalon, nagyobb ellenálló erővel rendelkezzen a húrláb által kifejtett húnyomással szemben. Egy erősebbre kidolgozott tető sem lenne elég tartós a gerenda nélkül, eltekintve attól, hogy a hang is jelentősen leromlana.

II. Akusztikai cél: 1. A gerenda egyesíti az *f*-nyílások által teremtett két rezgésterületet (melyek közül az alsó igen fontos a magas hangok képzéséhez) ismét akusztikai egységgé egyesíti, amely a tető eredeti összhangját jeleníti meg és egy kvarttal a kvintig mélyebbé válik mint az alsó terület hangja. A tető ezen összhangját gerendahangnak neveztem. Világos, hogy a mélységével jobban illik a mélyebb húrhangokhoz, mint a magasabbhoz a lélek által előállított hát és tetőhang összekötő hangja (az alsó rezgésterületé), amely a magasabb háthanggal együtt jobban hasznára válik a magasabb hangok képzésének. A „basszusgerenda” elnevezést tehát nem lehetett volna jobban megválasztani.

2. A gerenda azonban a hozzá közel lévő *f*-pontok által leválasztott rezgésterületet is bevonja egy erősebb rezgéstevékenységbe, és ez lehetővé teszi a pofák magasabb hangjainak, hogy jobb rezgésalapot képezzen a magas hangok és a felhangok számára.

Az elmondottak szerint világos, hogy gerenda nélkül a hang, különösen a mélyebb húrokon, jelentős károsodást szenvedne.

³⁵ Ha eközben nem fogják megmondani, hogyan kerül egy önhang megállapításra, akkor az ilyen adatok meglehetősen értéktelenek. Ebben az esetben olyan hangról lehet szó, amely a felső területeknek felel meg és kopogtatással válik hallhatóvá. Ha a Savart-féle módszer szerint nem lehet a hangot kideríteni, akkor az magasabb lehet.

10 A HÚRLÁB

A húrláb (egyes mesterek hanglábnak titulálják) történeti fejlődését szükségtelen lenne most fejtegetni. Csupán Fétis, Rühlmann és Apian-Bennewitz műveire utalunk. Bennünket elsősorban az akusztikai szerepe érdekel. Ismeretesen juharfából faragják, de nem ugyanabból, mint a hátlemezt és a kávét, hanem nagytükrű, vöröses, „spröcklich” juharból. Természetesen a fa nagyobb keménysége vagy puhasága is szerepet játszik. Magától értetődő, hogy a fa jól tárolt legyen. A húrláb fontos feladata, hogy a húrrezgéseket átvigye a hangzó testre. A húroknak a húrlábbal való érintkezési helyén (ahogy a felsőnyeregénél) találunk egy csomópontot. Azonban ezt ne úgy értsük, mintha itt tökéletes mozdulatlanúság uralkodna. Hiszen akkor – ahogy már szó volt róla – semmiféle rezgésátvitel nem jöhetne létre. A húrok alátámasztási pontjai, a támaszpontok, különösen a húrlábon rugalmasak, úgy hogy azok a rezgésekben – ha sokkal kisebb lengéscsúcsokkal is – részt vesznek. Ezáltal jön létre a teljes rezgőtestre történő átvitel. Ennél az átvitelnél azonban az irány, amelyben a húrrezgések megtörténnek nem kedvező, mert ezek a tető középső részén a boltozat haránt irányában mennek végbe. Egy ismert fizikai törvény szerint – amelyet először Savart állított fel – a rezgéseket rendszerint úgy viszik át egy másik testre, hogy az irány ugyanaz marad, amelyen ezek bekövetkeznek. Eszerint e rezgéseknek a boltozat haránt irányában kellene bekövetkezni, ami azonban nyilvánvalóan csak gyenge hangot eredményezne. A rezgéseket függőlegessé kell tenni, hogy erőteljesen hassanak, és mindenekelőtt, hogy a környező levegőt erős rezgésbe hozzák. Felvetődik a kérdés, hogyan fog ez megtörténni? Savart ezt a feladatot a léleknek dedikálta, és számos szakember, többek között Drögemeyer (128 old.) is csatlakozott hozzá. Apian-Bennewitz (és valószínűleg a hegedűépítők többsége) ennek a feladatnak a véghezvitelét joggal a húrlábra hagyta. Megnyugtató magyarázat azonban nem adódott. Szemmel láthatóan ezt is a lélek közreműködésének tételezték fel. (133 old.) Noha ennek a feladata különben oly rendkívül fontos és sokoldalú, ez a rezgések függőlegessé tételéhez egyáltalán nem szükséges. Savart a következő eszmefuttatásban összegezte a véleményét (165 old.): „Vegyünk egy hegedűt, melynek tető- és hátlemezt átfúrtuk, hogy azokon egy vonót átbocsássunk, és távolítsuk el a lélekbottot. Ha a húrokat a tetővel és a háttal párhuzamos irányban hozzuk rezgésbe, akkor a hang igen gyenge lesz. Azonban ha a vonót keresztül dugjuk az említett lyukakon, majd a húrokat a tetőre és a hátra függőleges síkban hozzuk rezgésbe, akkor a hang jelentősen felerősödik és éppen olyan jól szól, mint a lélekbottal.” Ha az utóbbi esetben a hang felerősödik, akkor az szerintem onnan ered, hogy a lökések most eleve függőlegesen következnek be a tetőre és átkapcsolással (a függőleges irányból vízszintesbe) nem lép fel erővesztés, ahogy ennek a meghúzás előbbi módjánál kellett megtörténnie (lásd néhány oldallal tovább). Savart – hogy a lélek hatását érzékeltesse – egy igencsak erőltetett indoklást hívott segítségül, amely nem teljesen érthető. A következőket mondja (a 165 old.): „Ha veszünk egy hosszirányban rezgő pálcát, és egy arra derékszöget képező lemezen felerősítjük, akkor az utóbbi bizonyos körülmények között érintőleges (tangenciális) mozgásokat tud végezni a függőleges (perpendikular) helyett, amelyet a rezgő mozgást illetően felállítottunk. Valójában bizonyítottuk, hogy egy pálcában, amelynek az illesztése, illetve rögzítése hosszirányú félrezgésekkel rendelkezik; összehúzódásokat és görbületeket nyújtanak, amelyek viszont a hosszirányú rezgésekkel azonos időtartammal keresztirányú félrezgéseket hoznak létre. Ha tehát egy másik pálcával az érintőlegesen rezgő lemeznek egy rezgő részét érintjük, akkor a hajlításoknak át kell terjednie a függőleges pálcára. Ütődések következnek be, amelyek minden egyes görbületnél hosszirányú rezgéseket hoznak létre, úgy hogy mindig a

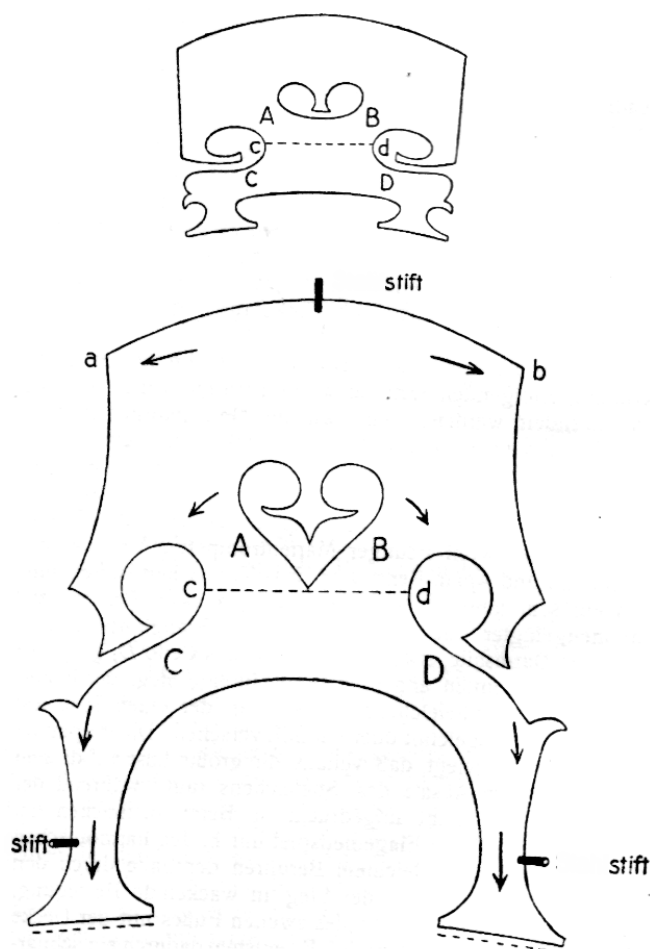
függőleges pálca helyzete szerint függőleges vagy érintőleges mozgáshelyzete lehet. Ugyanezt a jelenséget találjuk a hegedűnél. A tető és a hát transzverzális (átlósirányú) rezgései a lélekben hosszirányú mozgást hoznak létre, amely annak minden részére visszahat, és egy függőleges mozgást kezdeményez” Az olvasóra bízom, hogy beleképzelje magát ebbe az összefüggésbe, Savart mindenekelőtt a függőlegesen rezgő pálcából, mint „a rezgések helyéből” indult ki. A hegedűnél azonban a lélek rezgésével szemben a tető rezgései az elsődlegesek. Éppenséggel az sem lenne magától értetődő, hogy ha már a hosszirányban rezgő pálca egy vele összekötött lemezen érintőleges rezgéseket idézne elő, azonban e törvény ellenkezője is érvényes lehet.

Mindenesetre egy dolog biztos: A transzverzális irányban bekövetkező húrrezgéseket függőleges irányúvá kell átváltoztatni, ha a hegedűtestben erős rezgéseket akarunk létrehozni. Szemléltetni szeretném, hogyan megy ez végbe a húrláb segítségével. Ahogy ez a vonós hangszereknél húrlábbal történhet, mégpedig lélek nélkül, azt a Trumscheit-féle (tengerész-trombita vagy helyesebben máriatrombita) példa mutatja. Ezzel kapcsolatban vesd össze Rühlmann és Apian-Bennewitz művével. A Trumscheit ismeretesen egy erősen elnyújtott, keskeny, két lemezből összeillesztett, és ennél fogva háromélű hangtestre, mintegy a cselló D-húr vastagságának megfelelő bélhúrt feszített ki. A teljesen alul felhelyezett kéttalpú húrláb, amelynek gyakran csizmácska formája van, az egyik oldalra szilárdan felfekszik, amit felenyveznek, vagy stifttel látják el. A megfeszített húr legnagyobb terhelése ezen a talpon, illetve a csizmácska sarkán fekszik, mialatt a másik talpra csak enyhén nyomódik rá. A húrok meghúzásakor, amely mint a flageolet-játéknál csak a harmonikus felhangokban, tehát a húrok ujjak általi enyhe érintésével történik, a húrláb ingadozó (rázkódó) mozgásba kerül, úgy hogy a második talp kapcsolata a tetővel váltakozva kerül megszakításra. Ezáltal recsegő, trombitahanghoz hasonló hang keletkezik. A második húrlábtalpnak gyorsan, egymásután bekövetkező rácsapódásai (felpattanásai) a tetőre természetesen megfelel a húrrezgések számának. A Trumscheit húrláb ebbe az oldalazó, rázó mozgásba kerül, mivel az egyensúly-helyzetet (vagy állapotot) az egyik húrlábtalp egyoldalú terhelése a húrrezgések által enyhén zavarhatja. Felül, az első talp fölött, amelyre a húr van felhúzva, még a húrrezgés irányában bekövetkezik a rezgő mozgás. A másik talp alatt, illetve a csizmácska csúcsánál az átkapcsolás függőleges mozgásban teljesül.

De azért nem egészen ilyen egyszerű a dolog a hegedű húrlábnál. Itt egyszerre négy olyan húrral van tennivalónk, amelyek a húrlábat meglehetősen azonosan terhelik. Rendszerint csak az *e* és az *a* húroknak van nagyobb feszítőerejük, amely azért is igen előnyös, mert a jobb oldalon a háttal való kapcsolat révén különben is nagyobb szilárdsággal és merevséggel rendelkezünk. Trumscheit-tel ellentétben a hintázó mozgás a tetőnél nem a talp pillanatnyi eltávolodása közben megy végbe. A rezgésfolyamat során a hegedűláb talpai szilárdan ülnek fel, mint a oda lennének enyvezve. A húrlábnál sokkal inkább a rugalmassággal kell az oldalmozgást és a függőleges rezgésekbe való átkapcsolást támogatni. Ezt a feladatot a modern húrláb – amely célszerűségben még a régi mestereket, még Stradivarit is felülmúlja – kiváló módon oldja meg. Véleményem szerint minden változtatási kísérlet ezért csak rosszabbodást vagy visszafejlődést eredményezett. Ebből az okból számomra nem érthető, hogy mi lenne a haszna egy harmadik (középső) talpnak, ahogy ezt a maga idejében Ritter professzor Würzburgban ajánlotta.³⁶ Legjobb esetben nem okozna további kárt, akkor azonban fölösleges lenne. Felhelyezne-e valaki egy ilyen húrlábat egy kiváló Stradivari vagy Guarneri hegedűre? Ha eltekintünk a díszítésektől és a fa megosztásától, amely a húrlábnak csak bizonyos súlyt ad, úgy a modern húrlábon mindig visszatérő alapformaként egy fekvő keresztet látunk, amelynek felső

³⁶ Drögemeyer pontosabb bírálatot ad, 171 old. és tovább.

karjai össze vannak kapcsolva. A hegedűhúrlábnál az alsó száraz rendszerint vízszintesebbek, és ezáltal jobban növekszik a rugalmasságuk. A valamivel magasabb csellóhúrláb szárai inkább leesők, ahogy az ábrán is látható.



Kísérleteimet csellón végeztem, mert ez a hangszer minden dimenziójában nagyobb, tehát a nagyobb méretű húrlábnál könnyebb volt a rezgésfolyamatokat áttekinteni. Egyelőre lélek nélkül vizsgálódunk. Ha a D vagy a G-húrt ujjal megpendítve, vagy a vonóval erősen meghúzva oldalrezgésekbe hozzuk, akkor a következőt tapasztaljuk: Egy keskeny, vékony fémlapocskát lazán a húrláb egyik részéhez tartva azt észleljük, hogy a húrláb felső részén a tetővel még párhuzamosan következnek be a rázkódás (megingás). Jobb szemléltetés végett helyezzünk be a húrláb tetején, a középrészen, egy finom acélstiftet. Ha a fémlapocskát a tetővel párhuzamosan futó felületével a stift felé tartjuk, akkor ez a lapocskát alig fog megrezdülni, mert a lökések nem közvetlen érik, hanem a felületének irányában következik be. Ha azonban a lapocskát oldalt tartjuk a stift felé, akkor csörömpölő zajt ad, mert most a lökések közvetlenül ütköztetjük neki. Ugyanez történik, ha oldalt az **a** és a **b** oldalra helyezzük a fémlapocskát. Különösen a húrláb felső része a **c d** terület fölött oldalazó hintázást fog végezni, amelyet a húrláb-közép fájának csökkentésével fokozhatunk. A szívnek nevezett kivágás feltétlenül szükséges, azonban más formát is lehet neki adni. A húrláb alsó része a **c d** terület alatt – melynek hossza a rugalmasság végett nagy jelentőséggel bír – szintén keresi az oldalsó, rezgő mozgásokban való együttműködést. Mivel a húrláb lent a talpaival szilárdan felfekszik, így az oldalmozgásoknak felfelé mindig csekélyebbnek kell lenni, és a talpaknál szinte már majdnem nulla legyen. Ennek ellenére létrejön a talpak függőleges fel- és lefelé történő mozgása, amit ismét megállapíthatunk a lökések iránya révén.

Teljesen lent a talpaknál – ahol oldalt szintén felhelyeztünk egy finom acélstiftet – látni fogjuk, hogy ismét függőleges lökések mutathatók ki. Ennél majd észrevesszük, hogy lent, a lélek oldalán sokkal erősebb a rezgés (tehát ennél fogva nagyobbak a rezgésbetörések), mint a gerendaoldalon, eszerint éppen fordított a helyzet, mint a lélekkel. Teljesen természetes, hogy a lélekoldal a lélek nélkül engedékenyebb, mint a gerenda által erősebbé és szilárdabbá vált másik oldal. A játékra kész hegedűnél azonban fordított az érdekünk, nevezetesen, hogy a gerendaoldal az ott fekvő mélyebb húrok miatt nagyobb rezgéseket mutasson fel. Tehát a dolog a lélek nélkül valójában a feje tetejére van állítva. Most egyszerű végkövetkeztetéssel átgondolhatjuk, hogy a lélek nélkül nem tud a hegedű megszólalni, mert a természetes rezgésfeltételek nem állnak rendelkezésre. De még más indítókokat is megismerhetünk.

Tehát a húrláb az oldalrezgésekkel – fent ugyancsak oldalirányú – hintázó mozgásba kerül. Ezt kitűnően támogatja az **A** és **B**-nél a fa keskeny hídja, valamint a **c** és a **d** közötti szűkület. Minél jobban haladunk lefelé, annál kevésbé lép fel az oldalmozgás, viszont annál hatásosabb lesz a lefelé irányuló, az ábrán nyíllal jelzett mozgás, amíg végül a talpakon függőleges mozgássá válik. A függőleges mozgásnak a szolgálatában állnak az alsó szárazak, különösen a **C** és **D** területen. A dolgot úgy tudjuk a legjobban bemutatni, ha a teljes húrláb számára egészen lent, a húrlábtalpak között egy forgáspontot tételezünk fel, amely nem pontosan középen, hanem a hiányzó léleknél inkább a gerenda felé van. A játékra kész hegedűnél azonban nem fekszik messzebb a lélekoldalon lévő húrlábtalptól. A forgáspont tehát nem magán a húrlábfán, jobban inkább lent a feszítőívben, közvetlenül a tetőn fekszik. Ily módon egyenlőtlen szárú, kétkarú emelőt kapunk. Az alakzatban a talpak rezgéseit a pontozott vonallal túlzottan kiemeltük, hogy szemléltetőbbé tegyük. A vékony, igen rugalmas juharfalemez képes a tetőt jobbra és balra a húrlábtalpak rezgései során jelentősen felengedni. A folyamatot az avatatlan is könnyen megsejtelheti, ha egy könyvet a keskeny oldalával hasonlóan az asztalra állít, és a felső részét kissé oldalvást ide-oda mozgatja. Ez az oldalkitérés lefelé mindjobban függőleges mozgásba megy át, és végül már csak ez áll rendelkezésre, úgy hogy a könyv alsó sarka az asztallapon függőlegesen emelkedik és süllyed. Tehát a középpont táján fordulat megy végbe, amely itt hasonló körülmények miatt középen az alsó sarkok között fekszik. Ha a könyvet egy vastag, puha gumilapra állítjuk, és felül kissé ide-oda tologatjuk, akkor ez a kapcsolat – ahogy a rugalmas húrláb és a rugalmas tető között – nem fog megszakadni. A húrláb, a művészi kidolgozása révén teljes mértékben rugékonnyá és ruganyossá van téve, hogy a húr rezgéseit legteljesebb átvitelét teljesíthesse. Már említettem, hogy milyen a kidolgozás jellege, különösen azon a néhány helyen, amelyek meghatározók a húrláb rugékonysága számára. Ha szemügyre vesszük a hegedű húrlábat, akkor látni fogjuk, hogy a felső rész rugékonysága (a **C D** terület felett), amely főként az **A** és **B**-nél lévő szűk helyektől függ, helyes arányban áll az alsó szárazak rugékonyságával. Ez a rugékonyság elsősorban a **C** és **D** egymástól való távolságán múlik. Természetesen a húrláb rugékonyságánál a fa vastagsága, keménysége (tömörsege), ennél fogva a súlya is szerepet játszik. Lent a 4 cm szélességnél legalább 4 mm vastagságot vegyünk. Felfelé a hegedű húrlábat gyakran túl vékonyra készítik, amely éles hangot eredményezhet. Én felül 1 ½–2 mm vastagságot szoktam hagyni. A talpszélesség is gyakorta túllépi a helyes méretet; itt 10–10 ½ mm elegendő. A túl vékonyra munkált talpaknál a talpvégek végül felfelé hajlanának, mialatt a középső rész jobban benyomódna a tetőlemezbe, ahogy ez sok hegedűnél megfigyelhető. A talpak kifelé fokozatosan vékonyodjanak el, ahogy az ábrán látható. A húrláb magassága 32–35 mm-t tegyen ki. Új hegedűnél jobb a magasabb határ felé közelíteni, mert a fogólap gyakran kissé még süllyedni fog. Magas boltozatú hegedűknél a húrláb átlagban valamivel alacsonyabb legyen, mint a lapos boltozatúnál. Magasabb húrlábbal természetesen a nyomás is fokozódik a hangszerre. A húrok távolsága a fogólap alsó végénél – Riecher szerint – az **e** húrnál 4 mm, a **g** húrnál 6 mm legyen, ahogy azokat Joachim

professzor is alkalmazta. Dilettánsok, akik valamivel kényelmesebben akarnak játszani, eltérhetnek a legmagasabb határértékektől és az **e** húrnál $2\frac{1}{2}$ –3 mm-re, a **g** húrnál mintegy 4 mm-re csökkenthetik a távolságot.

A rugékonyságot kéznyomással szoktam vizsgálni, miközben az egyik felső sarkot és talpat (ugyanazon az oldalon) a hüvelyk és mutatóujj közé veszem. Így állapítom meg, hogy mennyit enged a fa a nyomásnak. A tapasztalat mutatja majd meg a helyes utat. A húrláb súlyát is hasonlóképpen határozhatjuk meg. Ajánlatos egy húrláb behelyezésekor a többi még fontosabb tényezőt is figyelembe venni. Mert például egy könnyebb húrláb a megjelölt szűk átmenőhelyek túl gyengére történt kidolgozással bizonyos körülmények között kevésbé lehet rugózó, mint egy súlyosabb, amelynél ez a kidolgozás helyes. Ezért semmibe sem veszem Jak. Aug. Otto vizsgálati módszerét, aki kis faszorítókat (12, 24, 36, 48 centigramm súlyút) addig helyez fel közvetlenül egy túl könnyűnek tartott húrlábra, amíg a hang kerekké és telté nem válik. Az így adódó összsúlyt adta meg a végleges húrlábnak. Akkor legalább ugyanabból a fából kellett volna neki kifaragni. Jobb lenne Spohr eljárása, aki több megfelelőnek látszó húrláb gyors egymás utáni cseréjével vizsgálta meg a hangot.

A hangfogó. Minden zenész ismeri a hangfogó hangzásra gyakorolt hatását. Ez a hatás azzal magyarázható, hogy a húrláb kiegyenlített rugózásaránya a felső rész megterhelésével jelentős háborítást szenved, miáltal a húrláb talpnál az oldalirányú rezgései és ennél fogva a függőlegesek is rendkívül gátolva lesznek. Mivel ez a háborítás és tompítás szándékos, ezért a hangfogó nem lehet túl könnyű, és mindig a hangszer méretéhez kell igazítani. A bizonyos súlyt képviselő hangfogó – amely a tetőt fogja terhelni – természetesen az önhangot, különösen a gerendahangot kissé majd lenyomja. A hangfogó módosításának kísérleteivel kapcsolatban bővebb ismertetést Apian-Bennwitz „A hegedűépítés alapismeretei” (Die Geige) c. könyvében, a 140 oldaltól találunk.

11 A LÉLEK

Egyik korábbi fejezetben láttuk, hogy milyen jelentős akusztikai változások mennek végbe a hegedűben a lélek behelyezése után. Ez a hangszerben nem látható, megformált fácska fogalmat ad arról, ahogyan a hegedűnél a gyakorlati elvárások, vagyis a sztatikai követelmények és legjobban elérhető akusztikai eredmények a legegyszerűbb gyakorlati eszközökkel, zseniálisan összekötődnek egymással. A lélekpácát ismeretesen sűrűpásztájú, könnyű lucfenyőből faragják. Ennek a kis rudacsának az átmérője körülbelül $5\frac{1}{2}$ –6 mm. Vastagabb tetőnél valamivel csekélyebb lehet, mint egy vékonyabbnál. A lélek igen sokoldalú feladatot lát el:

1. Mindenekelőtt statikai célt szolgál. A tető jobboldalának erősítést ad, hogy jobban ellen tudjon állni a húrnomásnak, amely itt az e- és az a-húrok nagyobb feszítése következtében valamennyivel nagyobb, mint a gerenda oldalán. Heron-Allen (153 old.) – Ottóra hivatkozva – úgy véli, hogy a gerendának és a léleknek nem lenne feladata, hogy a tetőt erősítsék. Egy helyesen megépített hegedűnek gerenda és lélek nélkül is ki kell tartani a feszítést, anélkül hogy meghajlana. Mindenesetre nem vonom kétségbe, hogy egy tetőt ilyenre is el lehet készíteni. Azonban hogyan szólna az a hegedű? Minden jó hegedűnél úgy találjuk, hogy lélek nélkül a tető teljes feszítés mellett a lélek oldalon egy keveset, hébe-hóba azonban aggasztóan süllyed. Mindenki óvakodna – példának okáért –, hogy egy Stradivarit vagy Guarnerit, amelyek általában „helyesen építettnek” számítanak, hosszabb időre – lélek nélkül – nyomásnak tegyen ki. A gerenda és a lélek azonban nem kizárólag statikai kívánalmakat szolgálnak – hogy a tetőt a húrnomással szemben megerősítsék –, hanem más, fontosabb, tisztán akusztikai feladatot is teljesítenek. Az egyik azonban nem zárja ki a másikat.

2. A húrrezgéseket a lélek közvetlenül viszi át a hátlemezre. A rezgésátvitel a hangtest belsejében lévő levegő és csekélyebb mértékben a kávak által is megtörténik, de sokkal kevésbé hatékonyan. A hát e közvetlen bevonása a rezgéstevékenységre erősebbé teszi a hangszer hangját.

3. A lélek a hát fontos önhangjait, a tulajdonképpeni háthangot és a magas háthangot – a tetővel való kapcsolat révén az utóbbi mélyebbé válik, mialatt az előbbi gyakran azonos marad – átadja a húrlábnak. A húrlábon e hangokat – ahogy láttuk – jól ki kell képezni. Ekkor különösen a magas háthang teremt kiváló rezgésalapot a magas hangok számára.

4. A lélek gondoskodik arról, hogy a jobb húrlábtalp csak rövid rezgéseket végezhesen. Így a magas és a mély hangok képzéséhez helyes kiegyenlítést kapunk.

5. A lélek a hangszer teljes hangját megváltoztatja – ahogy az V. fejezetben bemutattuk –, úgy hogy az önhang kiképzése és átformálása által kedvező rezgésfeltételek teremthetnek. Különösen figyelmet érdemel a rendszerhangnak és a gerendahangnak egy teljes hanggal való emelkedése.

A lélek sokoldalú hatásának áttekintése után már megértjük, amiért az itáliaiak és a franciák ezt a botocskát „léleknek” (anima, illetve âme) nevezték el. Kiiktatásával a hang orvosolhatatlan károkat szenvedne, mert az előbb felsorolt öt szempont mind kiesne.

A húrlábról szóló fejezetben már hangsúlyoztam, hogy a rezgéseinél forgáspontot tételezek fel, amely behelyezett lélekkel a tető felületén, nem messze a húrlábtól, a fugavonal irányában fekszik. Tehát egy egyenlőtlen szárú kétkarú emelőről van szó. E tekintetben tudatos ellentétben vagyok Savart, Helmholtz (aki inkább csak Savatra támaszkodik), Heron-Allen,

Drögemeyer és mások nézetével. Savart azt állítja (166 old.), hogy a lélek: **1.** a tető mozgásait átadja a hátnak, **2.** a rezgéseket mindkettő függőlegessé alakítja, **3.** a húrláb jobb talpát mozdatatlanná teszi. Hogyan tudja a lélek a tető mozgását a hátnak átadni, ha a jobb oldali húrlábtalp mozdatatlan? Ha elfogadjuk a tetőnél Savarttal a transzverzális hajlásokat, akkor azonban a jobb talp már nem mozdatatlan. Apian-Bennewitz (80 old.) úgy véli, hogy a tető rezgései nem a lélek közvetítésével kerülnek át a hátra, jóllehet ez (133 old.) a jobb húrlábtalp – mint egy kalapács – látszatra szilárdan álló nyelének bizonyos rezgőképességet tulajdonít. Azonban a lélek javára írja (103 old.) azt a hatást, hogy az egy rezgéscsomó képzése által a jobboldali tető- és hátfelet két azonos rezgő darabra osztja, miáltal ennek önhangja az oktávba emelkedik. Erről szó sincs – ahogy a fejtegetéséből világosan kitűnik. Apian-Bennewitz semmit sem tudott a háthangról és a magas háthangról. Savart adatai alapján csak a tető, hát és a légtér (rendszerhang) összhangját ismerte. Az önhangokban lévő látszólagos szegénységet a lélekoldal magasabb oktávjai átvételével kereste kiegyenlíteni. Az onnan átvett hangot³⁷ azonban ezen az oldalon nem egy csomópont következtében történt megosztással, hanem az eredetileg rendelkezésre álló hangkapcsolatok által nyertük.

Egy csomópont feltételezése a háton a lélek érintkezési helyén minduntalan feltűnik a hegedűirodalomban. Ezért röviden tegyünk róla még említést. Ha a hát azon helyét, ahol a lélek áll, az önhangok alapján vizsgáljuk, akkor itt egy jó hegedűnél szép magas háthang (ugyanúgy a tetőn a lélek fölött); azon kívül gyakran a háthang, és visszaverődés által még a gerendahang is előfordul. Miért kell akkor itt egy csomópontnak feküdni? Erre már előbb is rájöhettünk volna, ha ez a hely nem mutat fel önhangokat, tehát mintha akusztikailag halott lenne. Még akkor is, ha egy akusztikai csomópont fogalma nem is tételezi fel az adott rész teljes nyugalmat, azért a játéknál éppen a hát azon helyén teljesen erős a mozgás, ahol a lélek áll. Csak a magas hangok képződése miatt rövidebbek a kitérések, melyeknek azonban meg kell lenniük. Hogy a lökések ne legyenek túl kemények, ezért a lélek ismeretesen nem közvetlenül a jobb húrlábtalp alatt, hanem kissé lentebb álljon. Ekkor a jobb húrlábtalp rezgés kitérései valamivel nagyobbak, mint azok, amelyek a háton a lélek felfekvésének a helyén vannak. Ezen a helyen normaként – ahogy Riechers tette – a húrlábtalpnak a lélektől való távolsága számára mintegy a tetővastagságot lehet venni. Ha a tető közepén igen erős, akkor kissé növeljük meg a távolságot. Vékonyabb tetőközépnél ennél fogva a lélek közelebb áll majd a húrlábhöz. Ez elképzelhető. A húrlábtalp és a lélek közötti térköz által a lökések „rugózóvá” válnak. Vékonyabb tetőközépnél kisebb térközt szükséges hagyni. Egy újabb bizonyíték arra, hogy a hegedűnél a legegyszerűbb eszközökkel is nagyszerű akusztikai eredményt lehet elérni! Tehát a lélekoldalon három rugózásunk van: kettő a húrlábtól eredően és egy a húrláb és a lélek elhelyezése következtében jön létre. Ezen az oldalon azonban a nagy merevség miatt a rugózások is szükségesebbek, mint a gerendaoldalnál, amely két rugózással (a húrlábon) megelégedhet. Most már világosan érthető, hogy a lélek állásán nem sokat változtathatunk. Az álláshelye és a beiktatott feszítés erősen befolyásolja a hangszer akusztikáját. Mindenekelőtt teljes általánossággal megállapíthatjuk, hogy a lélek annál jobban emeli a gerendahangot, minél jobban közép felé lesz tolva. És megfordítva: a gerendahang mélyül, ha a lelket jobban eltoljuk a jobboldali C-ív felé. Erre nem nehéz magyarázatot találni. Magyarázatként a lélek behelyezése következtében a gerendahang növekedésére azt adtuk, hogy a boltozat támogatást kap és a rugalmasság jelentős erősödése, illetve növekedése tapasztalható. Ez az erősödés a gerendahang növekedésében nyilvánul meg. A boltozat közép felé történő támogatása akkor hatékonyabb, mintha jobban a boltozat széle felé történne. Ennélfogva az első esetnek magasabb

³⁷ A korábban megadott példában ez a c^2 volt, amely már lélek nélkül háthangként rendelkezésre áll és a tetőhanggal történő összekapcsolás által a lélek behelyezésével változatlan marad. A hangnak nem volt szüksége az oktávra a rendszerhang képzéséhez.

gerendahangot kell eredményeznie. Ha gyakorlatiasan (empirikusan) úgy találtuk, hogy a lélek jobban befelé történő tolásával a g-húr hangja világosabb és tömörebb, akkor most megkaptuk rá az akusztikai magyarázatot. Magasabb lett a gerendahang, és ez által a g-húr hangja is világosabbá vált. Mivel azonban a boltozat a léleknek a gerendához való nagyobb közeledése miatt már nem fog olyan könnyen megrezdülni, így a g-húr hangja is tömörebb, többek között keményebb is lesz. Az e-húr hangja tapasztalatom szerint a lélek kifelé vagy befelé történő elmozdításával nem ugyanabban a mértékben változik, mint a g-húré. Ez egy hegedűnél inkább keményebb és tömörebb lehet, ha a kifelé történő elmozdításnál a lélek túlzottan a hang tartományában a C-ívhez mozdul és egyúttal a magas háthang az adott hangszernél nincs eléggé kiképezve, hogy a hang káros befolyását a C-ívek közti lemez kikapcsolja.

A léleknek normál az állása, ha az (a hegedű normál formájának esetében) mintegy 1,8–2 cm-re távol áll a fugavonaltól a külső szélével. Természetesen feltételezve, hogy a fugavonal is valóban középen található. Ha nagyon közel toljuk a húrlábhoz, akkor a hang könnyen válik keménnyé, mivel a harmadik rugózás nem tud eléggé hatni, az ütődések pedig túlzottan merevvé válnak. Ha a lelket távolabb toljuk lefelé, akkor bár fokozódik a tetőnek az a helyzete, hogy ezen a helyen nagyobb kilengéseket végezzen (amelyben egyáltalán nem vagyunk érdekeltek), de a lélek kevesebb erővel viszi át a húrrezgéseket a hátra, és ez a magasabb önhangjaival kevésbé kerül szoros kapcsolatba a húrlábbal. Emiatt jön létre a „lágyabb vagy sötétebb hangszín”, amelyet Riechers ebben az esetben megállapított.

Tisztán empirikus módon találtak még más szabályokat is a lélek és a hegedű hangjának viszonyára. Az elsők egyike – amelyről közelebbi ismertetéseket adunk – volt Spohr hegedűiskolája. Ugyanúgy adják meg Riechers és Apian-Bennwitz saját irányvonalukat, legtöbbször Spohr-ral összhangban. Ha túl hosszú a lélek, akkor a hang élesebb és gyéresebb lesz. Ezt azzal magyarázom, hogy a hegedűben ekkor mesterséges feszültségviszonyok jönnek létre, amelyek a gerendahang túl nagy emelkedésében nyilvánulnak meg, és lehetséges esetben a diszharmonikus felhangok képződését okozzák. Egy helyesen épített hegedűnél ilyen mesterséges feszültségviszonyok mindenképpen károsak. Egy nem szabályosan épített vagy túl gyenge hegedűnél azok egy időre a hang bizonyos erejét színlelik, ez azonban végül ismét lanyhul, ha a lélek helyének a bejátszását nem ismétlik meg. Hogy végül hova fog vezetni a törékeny tetőfa ilyen tartós megfeszítése, azt mindenki könnyen elképzelheti. Fordított esetben, ha a lélek túl rövid, akkor a tető a húrhúzás és a húrlábnyomás következtében a lélekoldalon túl erős nyomást kap. Az imént említett ellenképe tehát a mértéken felüli feszítés. A lélek a csekély beszorítás következtében is könnyen kidőlhet. A helyes megoldás itt is – ahogy különben gyakran – a középút: a lélek enyhe feszességgel legyen behelyezve, úgy, hogy a tető ezen a helyen ($\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$ mm) emelkedjen. A húrlábnyomással a tető most ismét körülbelül annyival hajlik le, amennyivel a lélek emelésével és a gerenda feszítésével magasabb lett. Ily módon a tető ismét megkapja körülbelüli természetes eredeti helyzetét. A húrlábnyomás felét eközben azonban a hát viseli (vesd össze a 12. fejezettel).

Riechers azt ajánlja, hogy a lelket a háton 2–4 mm-rel nyomjuk befelé. Ez olyan esetekben lehetne hasznos, amikor a magas háthang nincs eléggé kiképezve, és ily módon a háthangot nagyobb tisztaságban lehet használhatóvá tenni, amelyben a lélek a C-ív közti lemez hangtartományából jobban kitolódik. Egy igen jó hegedűnél azonban a magas háthang azon a helyen, ahol a lélek rendes körülmények között áll, és azon túlmenően még az C-ív felé olyan határozottan kidomborított, hogy a hang a C-ív közti lemeznél teljesen háttérbe szorul.

Hasonló okok – ahogy azokat Riechers a változtatásaihoz bizonyosan megtette – lehettek a francia Modret számára mértékadók, ha azt ajánlja, hogy a lelket ferdén állítsák, úgy hogy a lélektalp a hát közepéhez igazodjon. Hogy a lélek közben ne csússzon el, adott a hátnak ezen a helyen egy kis leferdített magasítást. Modret úgy vélte, hogy a magas húrok hangja ez által

majd kevésbé válik csikorgóvá. Igaza lehet, ha egy kevésbé jó vagy alacsony értékű hegedűről van szó, amelynél a magas háthang rosszul van kiképezve. Azt is vélte, hogy a többi húr az újításával könnyebben szólalna meg, és kellemesebb hangszínt nyerne. Kevésbé jó hangszereknél ez hasonlóképpen igaznak bizonyulhat. A valóban jó hangszerek a lélek ilyen ferde állásával valamelyest vesztenének hangkarakterükből, mert ebben az esetben az energia egy része a jobb húrlábtalp függőleges ütődései (lökései) miatt elveszne. Ez az energia csak akkor lesz teljesen kihasználva, ha a lélek a lökések irányában, tehát függőlegesen áll. Az eredeti erő a ferdére állításnál két összetevőre bomlik, amelyek közül csak az egyik – a lélek irányában fekvő – lesz hatékony, mialatt a másik – a tető irányában keresztbe fekvő – szinte teljesen elvész. A csellónál a háton már valamivel jobban közép felé nyomható a lélek, mert a viszonylag nagyobb hossza miatt csekély ferdesége és ez által a nyomás enyhébb csillapítása jön létre. Simoutre is – akit ebben bizonyára Modret bátorított – ugyancsak a lélektalp helyének megváltoztatásában lát hangzási előnyt.

Szükségtelen a lélek úgynevezett megjavításairól, például a fapálcika helyett üvegcsövet stb. alkalmazni. Az ilyen változtatások legjobb esetben nem károsítanak tovább, azonban fölöslegesen lennének. (vesd össze Apian-Bennewitz-nél, 105 old.)

A lélek sokoldalú hatásának ismertetése után még állást kell foglalnom Savart kísérleteivel kapcsolatban is. E kísérleteknek mindenekelőtt azt kellett bizonyítaniuk, hogy a lélek nem arra szolgál, hogy a rezgéseket átvigye a hátra, hanem a húrláb rezgéseit függőlegessé tegye, és az által a hangot felerősítse. Savart a tető fölé egy faívet helyezett, amelyet a két alsó saroktőke fölé enyvezett fel. Az íven egy anyáscsavar volt elhelyezve, amelyet forgatással a tető felé nyomhattak. Ugyanezt a kísérletet ellenkező szándékkal megismételte, amelyben Savart a faívet a hát fölött rögzítette. Az anyáscsavar egy, a hátban fűrt lyukon keresztül, a hát érintése nélkül áthaladt és a tető felé alulról fejtett ki nyomást. Mindkét esetben – vélte Savart – ismét megtaláljuk a rendes lélekhatast. Azonban csak részben ez a helyzet. Bár a gerendahang fokozódik, és a rezgéskilengések a jobb oldalon – ahogy annak lenni kell – rövidebbek lesznek, de a hát a magas önhangjával ennél nem lesz elég használható a magas húrok rezgéstevékenysége számára. Tehát csak egy hasonulás következik be a normális arányokban, de nem ugyanazt a hatást nyújtja, mint ezeknél. Hasonló dolog történt Savart egy másik kísérlete során, amelynél a tetőt a jobboldali húrlábtalp helyén átfúrta, úgy hogy a talp a tető érintése nélkül fel tudott ülni a lélekre. Ennél bár a hát az önhangjába eléggé be volt vonva, azonban az a visszás helyzet adódott a számára, hogy a gerendahang nem (vagy csak jelentéktelenül) növekedett, a mélyebb húrok pedig súlyosan károsodtak hangkarakterben. Savart erre azt mondta: „A hang akkor kissé fojtott lesz, de a lélek megteszi a hatását.” Azonban csak fogyatékosan, ha a hang „kissé fojtott.” A hang ekkor azért fojtott, mert most a gerendahang és a rendszerhang túl mélyen fekszik. Savart kísérlete tehát csak azt bizonyítja, hogy a hangkarakter megváltozott; a behelyezett léleknél keletkezett normál arányok többé-kevésbé közelítenek, de nem azáltal, hogy a lélek a húrláb mozgását függőlegessé tette. Hogy a lélek hatásfokát valamennyi kísérleténél csak megközelítően, tehát fogyatékosan érte el, arról mindannyian meggyőződhetünk, ha megkíséréljük azt – eltekintve természetesen az átlukasztott tetőlemeztől – egy kiváló hangszeren elvégezni.

Végezetül szeretnék a saját kísérleteimből néhányat megemlíteni. Erre a célra Savart előbbieiben ismertetett két vizsgálatát összekapcsolva úgy alakítottam ki, hogy a jobboldali húrlábtalp elvétele után a jobb húrlábszárra minden oldalon a tetőboltozattal párhuzamosan, vékony juharfacsíkokból meghosszabbításokat enyveztem fel. Közéjük egy lélekként szolgáló lucfenyőpálcát kissé hegyes szögben ismét odaenyveztem. Ennek tovább lefelé olyan vékonynak kellett lenni (négyszögletes is lehet), hogy az *f*-nyíláson átmenjen. Ez a lélekként szolgáló darab – amely nem ért teljesen a hátig – lent egy hosszanti irányban fűrt lyukkal rendelkezett,

amelybe különböző hosszúságú lucfenyő stífteket lehetett bedugni, hogy ezen „húrláblélek” – ahogy azt elneveztük – helyes állása lehetővé váljon. A tetővel csak a bal húrlábtalpnál volt érintkezése. Magától értetődő, hogy mindez lehetséges, de elég tartósnak kell lennie. Előnye, hogy kísérletet végezhetünk a tető vagy a hát átfűrése nélkül. Helyezzük ezt a húrlábléleket a hegedűbe és adjuk meg neki a normál húrfeszességet. Legelőször azt fogjuk észrevenni, hogy a tetőhang kissé mélyebbé válik. A mélyülés korántsem olyan jelentős, mintha a hegedűnek a szokásos húrlábbal, lélek nélkül, adnánk meg a feszítést. Az utóbbi esetben a tetőhang sokkal inkább leszorul, mert a teljes húrlábsúly a tetőre nehezedik. A tetőhang leszorulása egyenetlené válik, a gerendán pedig magasabb hang jön létre, mint a másik oldalon. A gerendaoldal a nagyobb fatömege miatt kevésbé befolyásolja a tetőhangot, mint a gyengébb lélekoldal. A bal és a jobboldal közötti különbség annál nagyobb, minél vékonyabbra lesz a tető a centrumban kidolgozva. Ezzel szemben a húrláblélekkel a tetőhang a gerendáról csak kevésbé változik. Ezt a hangot dörzspálcával is megállapíthatjuk. A háthang (c^2 feltételezve) alig változik. Gyakran megtalálható ez a hang a húrlábon is, a (kevésbé mély) tetőhang és a magas háthang (mintegy e^2) mellett. A gerendahang nem nagyon változik, inkább kissé emelkedik, ahogy a rendszerhang is némi emelkedést mutat. Ha így játszunk a hegedűn, akkor a lélek hatása megmutatkozik az e-húron, amely egyáltalán nem hangzik rosszul; az a-húron már kevésbé, és a d-húron kevésbé fogjuk észlelni. A hang a g-húron sötét, brácsaszerű és fazékhangszerű lesz. Ez teljesen természetes, mert a gerendahang és a rendszerhang sokkal mélyebben fekszik. (Vesd össze a Savarti kísérlettel, a lelken nyugvó jobb húrlábtalppal átfűrt tető mellett). Enyhe nyomással toljunk egy ékformában végződő tuskócskát a levágott jobboldali húrlábtalp állása alá. Most már jobban közelítünk a lélek normál hatásához, mert a jobboldali tetőrész rögzítve lesz. A gerendahang majdnem egy fél hanggal, tehát mintegy a gis^1 -ig emelkedik. A háthang és a magas háthang a húrlábon most jobb lesz, mint korábban. Azonban a tetőhang (mélyített $cisz^2$) hiányozni fog a húrlábon. A hangszeren, a játék során ismét csekély javulást tapasztalunk. Különösen a g-húr nyer a gerendahang megnövekedésével, de még mindig túl sötét lesz a normál arányokhoz képest.

Az alkalmazott kísérletekből kitűnik, hogy többé-kevésbé a normál arányok egyengetése jön létre. A megadott önhangokkal csak példát akartam szolgáltatni egy eset számára. Az arányok az eredetileg meglévő önhangok irányába (lélek és húrláb nélkül) eltolódhatnak. Így egy hegedűnél – amelynek c^2 háthangja volt, mialatt a tetőhang egy kis terccel magasabban fekszik (nézetem szerint kedvezőtlen arány) – húrláblélekkel és húrfeszességgel a háthang változatlanul marad. Ezzel szemben majdnem c^2 -re emelkedik, amikor a kis tuskócskát a jobboldali húrlábtalp állása alá toljuk. Egy normál lélekkel azonban ennél a hegedűnél – ahogy bizonyára vártuk – a tetőhang és a háthang összekötő hangja c^2 -re emelkedik. Ebből is észrevehetjük, hogy a lélek nem képes egységes kapcsolatot létrehozni a tetőhang és a háthang között, mert éppen a kettőjük kapcsolata, ami még nem elég közvetlen. A húrláblélekkel való kísérleteknél nagy súlyt helyezek arra, hogy a háthang jól legyen kiképezve a húrlábon, ha a hegedű álltartóval ellátva, játékállásban van, de különösen akkor, ha az említett tuskócskát a jobboldali húrláboldal alá tolták.

12 NYAKÁLLÁS ÉS HÚRFESZÍTÉS

A régi itáliai hegedűkön a gerenda mellett a nyak megváltoztatását is tapasztaljuk, amely ugyancsak szükséges volt.³⁸ A régi hegedűkön nem meredt ki a nyakszár és a nyakláb a tető fölött, mialatt ma körülbelül 5 mm kiemelkedés van. Hill testvérek (208 old.) egy Stradivari-nyak és egy modern nyak rajzát mutatják be együtt. A nyak sík felülete korábban a tetőszegély síkjával rendkívül lapos szöget alkotott. A nyakhossz, a nyeregtől a tetőszegélyig Stradivarinál átlag 8 mm-rel csekélyebb, a nyakszélesség azonban körülbelül 3 mm-rel volt tetemesebb, mint manapság. A nyak ilyen elrendezésénél a fogólapot természetesen nem lehetett úgy elhelyezni, mint ma. A húrláb akkor alig kapta volna meg a helyes magasság felét, és a hegedű nem lett volna játszható. Úgy segítettek tehát a dolgon, hogy ékformára kidolgozott juharfa fogólapot enyveztek fel. A lap fent a nyeregnél nem rendelkezett a mai vastagsággal, azonban a nyakvégződésig jelentősen vastagodott és onnan a kiálló rész gyorsan ismét vékonyabbá vált. A fogólap hossza is eltérést mutatott. Stradivarinál 5–7 cm-rel rövidebb lehetett, mint ma, amikor a fogólap hosszát 267–268 mm-re veszik. A fogólap ott ér véget, ahol az a-húrnál az e-üveghang (e-flageolet), az e-húrnál pedig a h-üveghang fekszik. Viszont a szélessége a nyaknak megfelelően nagyobb volt, mint ma.

A feszítés a klasszikus periódus hegedűinél sokkal csekélyebb volt, mint manapság: **1.** az akkori mélyebb hangolás végett; **2.** a rövidebb nyak és a rezgő húrok rövidebb hossza miatt.

A húrláb csekélyebb nyomást gyakorolt a tetőre: **1.** a kisebb feszítés következtében; **2.** a laposabb szög miatt – ma mintegy 155–157°-ot tesz ki –, amelyet a húrok a húrlábon képeztek. Ezt a laposabb szög, az alacsonyabb húrláb és a nyak csekélyebb hátramenő dőlése okozta. A nyakdőlés különbsége a Stradivari idejében lévő és a mostani között nem olyan jelentős, ahogy ez első pillantásra tűnik. A megítélés számára mértékadó a felsőnyereg többé-kevésbé csekélyebb fontosságú fekvése.

Igencsak érthető, hogy a gerendának a ma olyan jelentősen megnövelt húzás- és nyomáskörülmények mellett erősítést kellett kapni. A nyak megváltoztatását tehát a nagyobb hangbőség iránti óhaj tette szükségessé, ahogy ez magával hozta a nagyobb feszítést, amely az első számú indítóokká vált.³⁹ Továbbá a hosszabb nyakkal lehetővé vált a jobb játszhatóság e hangfekvésekben. Rühlmann szerint (272 old.) csak a 17. század végén kezdték el Itáliában a hangfekvés emelését, és pedig Rómában a harmadikig, Nápolyban és Velencében azonban már az ötödik és hatodik fekvésig. A 18. század kezdetén kísérletképpen a hetedik fekvésig is elmentek, mialatt Franciaországban a hegedűjátékosok csak igen későn merészeltek az első fekvésből kilépni.

A tapasztalat teremtette meg a játék számára a fekvésekben a nyakhossz helyes arányát. Most ismeretesen a nyak hosszát – vagyis a nyereg távolságát a felső tetőperemtől – úgy igazítják a testmenzúrához, hogy az a menzúra kétharmad részét képviseli. Ily módon a távolság a

³⁸ A húrlábat harmadik változásként hozzá kellene számolni. Azonban a megváltoztatása nem volt olyan jelentős. Mindenesetre helytelen, hogy számos könyvben Stradivarit mint a modern húrláb alkotóját tüntetik fel.

³⁹ Ebből az óhajból kiindulva szintén elfogadom, hogy Paganini – ahogy ismert – a hegedűjét (valószínűleg az 1743-ból való híres Guarnerit) fél hanggal magasabbra hangolta. Az ördöghegedűsnek semmit nem jelentett másokkal összejátszani, akiknek a hangszer e fél hanggal mélyebben volt hangolva. Az erőteljes Guarneri hegedű nem károsodott a megnövelt nyomástól, sőt ahhoz volt szabva.

felsőnyeregűtől a felső tetőperemig, valamint innen a húrlábvonalig (a belső *f*-bevágások összekötő vonaláig) lévő távolság, mint 2:3 aránylik egymáshoz. Mivel a húrlábvonal normál módon 195 mm távolságra van a felső peremtől, így megkapjuk a 130 mm nyakhosszat. Természetesen nem azért kényelmes ez a menzúra, mert egyszerű számaránnyal azzá tettük, hanem ezekre az egyszerű arányokra szántuk el magunkat, mivel véletlenül így kényelmesebb a játékmód. Véleményem szerint a mélyhegedűnél és különösen a csellónál ez az arány a megváltozott feltételek miatt a legjobb játszhatóságot eredményezi (vesd össze, menzúra a mélyhegedűnél és a csellónál). Ha a menzúra valamivel hosszabb, mint például a hosszú Stradivari modellnél, nevezetesen a „patron allogé”-nál, akkor természetesen a nyakhosszat is növelni kell. A teljes menzúra ilyen fixálása még azzal az előnnyel is jár, hogy egyöntetűséget teremtünk vele a játékmód számára. Minden zenész tudja, hogy milyen kellemetlen egy olyan hangszeren játszani, melynek a nyaka arányaiban túl hosszú vagy túl rövid⁴⁰. A húr húzásának megnövelése és a tetőre ható erős nyomás fokozása véleményem szerint nem minden hangszernél kedvező. Különösen kedvezőtlen a gyenge tetővel rendelkezőknél. Azt hiszem, ez az egyik oka annak, amiért az egyes régi mesterek nagyrabecsülése ma gyakran jelentősen más, mint amilyen például a 18. században volt. A mai feszítési arányoknak és a magasabb kamarahangnak jobban megfelelnek Maggini, Stradivari és Guarneri erősebbre épített hangszerei, mint például az Amati testvérek vagy Stainer gyengébb hangszerei. (vesd össze, 13. fejezet). Hogyan nyilvánulnak meg a hegedűnél a húzó- és nyomóviszonyok, és hogyan érintik ezek különösen a tetőt és a hátat? Mindenekelőtt a 20-22 kg-ot kitevő erős húrhúzás a tetőre gyakorol nyomást,⁴¹ melynek során a nyakszár a tetőt hosszanti irányban nyomja, mialatt lentről, ellenkező irányban hasonlóan nyomás lép fel. A tetőt tehát nagy erővel összeszorítja, és ha más erő nem gyakorolna hatást, akkor a boltozat közepe kissé a magasba törekedne. Ebben azonban akadályozza a mintegy 7–8,5 kg erővel lefelé nyomódó húrláb. Ez a lefelé nyomó erő mindig nagyobb, mint a felfelé irányuló; a nyomás annál nagyobb, minél magasabb a húrláb. A felfelé irányuló erő viszont annál kisebb lesz, minél laposabb a boltozat. Ha a boltozat egy síkba menne át, akkor a felfelé irányuló ellenhatás egyáltalán nem következne be, de a tető sokkal könnyebben benyomódna. Az átívelés közepén befelé hat – eltekintve a boltozattól – a gerendával szemben; e statikai feladat jobb teljesítése végett még kevés feszítést is adnak neki. *(Fordítói megjegyzés: ez a szövegrész erőtanilag pontatlan.)*

Láthatjuk tehát, hogy a húrláb a tetőt közepén, különösen a jobb oldalon, megkísérli befelé nyomni. De jól jegyezzük meg, hogy csak közepén! Mivel egyidejűleg a tetőre a nyomás annak hosszanti irányában hat, ezért keres ennek a nyomásnak – közepén nem tud – két másik helyet, amelyek mintegy félúton a húrláb és a felső-, valamint az alsó tőke között fekszenek. Ez a folyamat könnyen megfigyelhető, ha egy fémlemez csíkot, melynek egyik vége szilárdan felfekszik, a gyalupad szorítópozái közé úgy fogjuk be, hogy fölfelé íveljen. Ha most egy tárggyal a közepére nyomunk, akkor az lefelé kissé utána fog engedni. De azért a lemezboltozat a közép és a két vége között emelkedik. Így magyarázom magamnak azt is, hogy számos régi hegedűnél a tető középboltozata, különösen a gerenda irányában, hosszanti irányban gyakran olyan laposan jelenik meg – olykor szinte egyenes vonalban –, mialatt a boltozat fent és lent jóval hamarabb emelkedik, mint a hátnál. Régi hegedűknél oldalnézetben minduntalan megfigyelhetjük ezt a jelenséget. Azt hiszem, hogy ez a sajátosság legtöbbször az egyenlőtlen

⁴⁰ Riechers joggal hangsúlyozza egy helyes menzúra fontosságát, és azt tanácsolja, hogy a teljes menzúránál mindig a 2:3 arányt vegyűk. A játékosok ritkán érzik, hogy a teljes húrhossz 5-10 mm-rel hosszabb vagy rövidebb, ha csak ezt az arányt szemlélik.

⁴¹ A hegedűirodalomban a húrhúzást gyakran 40 kg-mal adják meg! Úgy tűnik, hogy a font és a kg megcseréléséről lehet szó. A húrlábnomást is gyakran eltűlozzák. Adataim kifogástalan, a rendes húrvastagság és normál arányok adataival végzett saját kísérleteken alapulnak.

statikai arányokból származik, melyet a tető a háttal ellentétben elszenvedhet. Az sem lenne csoda, ha a tető az évszázados nyomásnak kissé engedne, és a hosszanti boltozata az adott módon megváltozna. Mindenesetre semmi értelmes statikai okát nem látom, amiért a régi mesterek a középrész számára érvényes boltozatmagasságot a tetőn kezdettől fogva lefelé gyorsabban csökkentették, mint a hátnál. Emellett azonban a középső hosszanti boltozatot majdnem egyenes vonalban hagyták futni. Éppenséggel érthető lenne, és gyakran így is van, hogy a tetőnek eleve magasabb boltozatot adtak, mint a hátnak; akkor a tetőnél mindenesetre már a hornyolattól kiindulva a nagyobb emelkedést kellett volna adni a boltozatnak.

A hátnál a játékra kész hegedűnél teljesen más statikai arányokat találunk, mint a tetőnél. Ez a különbség – röviden szólva – abból áll, hogy a tető a nyomást (összepréselést), a hát a húzást a pászták irányában kitartotta. Ha eltávolítjuk a hátlemezt, és a húrokat mégis megfeszítenénk, akkor a nyak a felsőtőke ellenére előrefele dőlné, és a nyak alsó része egy a csiga felé irányuló fordulatot igyekezne felvenni. Éppen úgy az alsó tőke is keresné a kifelé fordulást, mert a gombocskán ülő húrtartó kötés a húrok húzása által azt a helyes állapotából megpróbálná elfordítani. Ez annál inkább megtörténik, ha a húrtartó kötés rögzítő helye a gombocskán a kávéától tovább távolodik. Ha mégis felenyvezzük a hátlemezt, akkor a felső- és az alsó saroktőkéknél kifelé irányuló erők a hátra gyakorolnak húzást. Ez a húzás azonban, összehasonlítva azzal a nyomással, amelyet a tető tart ki, meglehetősen jelentéktelen. Ha nagyobb lenne a húzás, akkor a hát hosszanti boltozata keresné a sík lemezzé történő kiegyenesedést. Mivel azonban ez az erő jelentéktelen, és a hát az erős fájával nagy ellenállást állít szembe, így a reá gyakorolt húzóerő nem sokat vet a latba, és hosszú távon sem fog változást előidézni benne. De teljesen másként viselkedik a húrláb nyomása által a háton előidézett nyomás, amely azonban a pászták irányában húzássá alakul át. Ha a húrláb helyesen van felhelyezve, akkor a hát a jobb oldalon a lélek közvetítésével gyakorolt húrlábnyomást majdnem teljesen kitartja. Mivel az *e*- és az *a*-húr nagyobb feszítése miatt ezen az oldalon a nyomás is nagyobb, így annak átvételével nem fogunk utat tévesztetni, ha a hát a teljes húrnyomásnak mintegy a felét kitartotta, de legalább annyit, mint a gerenda, amelynél akkor az *e*- és az *a*-húr által a jobb oldalon létrejött nyomástöbblet egy részét ez a tetőoldal viseli. Már hangsúlyoztam, hogy a húrfeszítéssel a hátra ható húzóerő, amely a lélek által a nyomással ellenkező irányban dolgozik, nem jelentős; ez tehát a lélek nyomásának nem tud elegendő ellenállást nyújtani. Mivel a hátnak kis területen kell felvenni a lélek nyomását, így érthető, hogy itt igen ellenállónak kell lenni az anyagnak, ha az nem akar egyszerűen ki- vagy átnyomódni. A tetőnél ezt a benyomódási veszélyt a baloldalon a gerendával, a jobb oldalon a lélek ellenhatásával kerüljük el; a hátnál nagyobb anyagszilárdsággal és a középső részen a lemezvastagság növelésével érjük el ezt az eredményt. A hegedűnél itt ismét szerencsés módon működik együtt a statika és az akusztika, melynél a hát középső részének, ahogy a fejtegetéséből következik, akusztikai okból is szükséges ez a vastagság. Ha itt a vastagság azonos lenne a tetőével, tehát 2,8–3,5 mm, akkor a hát túl mély önhanggal rendelkezne, a hangszer pedig fogyatékos lenne, teljesen eltekintve attól, hogy a hát a lélek befogadására nagyon gyengének bizonyulna. Mindenesetre az évszázadok óta tartó nyomás által a hátnál sem mindig maradnak azonosak a boltozati körülmények. Számos régi hegedűnél a boltozat a lélek álláshelyén kifelé nyomódik, úgy hogy a teljes boltozat keresztirányban már nem tűnik szimmetrikusnak. Ennek ellenére mégis kiváló maradhat a hang! Egy ellenkező példa, ha a boltozatot már eleve, mint mértékadó akusztikai tényezőt vesszük számításba. Ez olyan valami, ami a változásnak alá volt vetve, mert a hegedű akusztikájánál lehetetlen nagy szerepet játszania. Ezzel azonban nem mondjuk, hogy a boltozatnak egyáltalán nincs hatása a hangra. Nagyobb vagy csekélyebb magassága bizonyára szintén bizonyos befolyást gyakorol a hangerőre. Ezzel bővebben majd a következő fejezetben foglalkozunk.

A KÜLSŐ FORMA ÉS A BOLTOZAT

A külső formáról, a vonós hangszerek eredetéről és történelmi fejlődésükről már sok írás látott napvilágot, de még semmi biztosat nem derítettek ki.⁴² Arra sincs bizonyíték, hogy a német lant- és hegedűépítők, mint Gaspard Duiffoprugcar (Kaspar Tiefenbrucker) – aki Németországból származva, később Lyonban telepedett le – mint a hegedű feltalálója működött. A korábban javára írt hegedűk nem eredetiek és valószínűleg az ügyes Jean-Baptiste Vuillaume (1789–1875) készítette azokat. Az is vitatható, hogy a hegedű Itáliában, a mély-hegedű formájából fokozatosan alakult ki. Soha nem volt számomra világos, hogy miért éppen Gasparo da Salò lenne a hegedű feltalálója. Az viszont kétségtelenül megállapítható, hogy a legelső hegedűépítők egyike volt. De – úgy vélem – ugyanúgy hozzájuk tartozott Andrea Amati, a cremonai iskola alapítója is.⁴³ Gasparo da Salò 1537 körül született (egyesek szerint 1542-ben) és 1609-ben halt meg. Andrea Amati születési éveként 1538 van megadva; és 1611-ben halt meg. Eszerint a két mester életkora meglehetősen egybe esik; talán Andrea Amati korábban született. Miért lenne valószínű, hogy Andrea Amati – ahogy egyesek feltételezik – Gasparonál tanult, vagy ahogy Apian-Bennewitz feltételezi, hogy az itáliai hegedűépítés megalapítója lehetett? Legalább a két mester munkájában közös ismertető jegyek utalának arra, hogy Amati egyik tanulója volt Gasparonak!

Gasparo legjelentősebb tanítványa és követője, Paolo Maggini, 1580-ban született; Antonio Amati, Andreas idősebbik fia, 1555 körül. Tehát Amati már jó hegedűket építhetett, amikor Maggini még kisgyermek lehetett. Valóban nem tudnám, miben rejlene Gasparo és a bresciai iskola időbeni prioritása a hegedűk építése számára. Akkor legalább Gasparo hegedűiből, korábbi származási évvel kellene bizonyítékot felmutatni. Ez azonban nem lehetséges, mert a címkéi nem voltak évszámmal ellátva. Ismeretesen a bresciai hangszerek legjelentősebb mesterének – a hegedűépítés számára – Maggini számít, akinek munkái mind nagyságméretben, mind hangkarakterben jelentősen különböznek az Amati-iskola hangszereitől. A nagyobb Maggini-modell tetemesen felülmúlja az Amati méreteket, sőt még Stradivari és Guarneri méreteit is. A Maggini-hegedű hangja erejével és teltségével tűnik ki. Az Amati-hegedűk viszont kis formátumukkal és más építési módjukkal, különösen a magas húrokon, kedves hangszínt, könnyed megszólalást, de kisebb hangerőt nyújtanak. Mindenesetre, ha eltekintünk a nagyobb forma néhány kevés példányától, amelyeket a család legjelentősebb művésze, Nicola Amati alkotott, akkor általában azt mondhatjuk, hogy az Amati-hegedűk a mai hangversenyeken már nem számítanak az első rangú hegedűk közé. Alkotásai még a korábbi idő hírnevéből élnek, amikor az Amati-hangot többre értékelték, mint egy Maggini, Stradivari vagy Guarneri hegedű erőteljes hangját. Ez a magyarázata annak, hogy még ma az Amati név számos laikusoknak többet jelent, mint Stradivari vagy esetleg Guarneri neve.

A külső forma és a boltozat a Maggini és az Amati hegedűknél jelentős eltérést mutat. Maggini nagy modelljét laposabb boltozat, meredeken álló *f*-nyílások, kevésbé kiemelkedő

⁴² Vesd össze ezzel kapcsolatban Fétis, Vidal, Rühlmann, Sach stb. idevonatkozó műveit. Apian-Bennewitz (165 old. és tovább) sem közöl erről többet.

⁴³ Niederheitmann a művében (XIII.) a bresciai iskolát 1545-től kezdődőként keltezi, alapítójaként pedig Gasparo da Salòt megnevezte meg, aki azonban feltehetően 1537 körül született. Eszerint hat éves korában kellett volna alapítania az iskolát! Ilyen számítással mindenesetre a bresciaiak előnyt szereztek a cremonaiakkal szemben.

sarkok jellemzik. Amati kis modelljénél magas boltozat, díszesebb és kisebb *f*-nyílások és erősebben kiugró sarkok találhatók. A két legnagyobb hegedűépítőnek, Stradivarinak és Guarneri del Gesù-nak jutott az a feladat, hogy a két típus előnyeit nem csupán külsőleg, hanem hangzásilag is párosítsa. Stradivari – aki Nicolò Amati tanulója és azután munkatársa volt – eleinte még kitartott a régi hagyomány mellett, elismerte a Maggini-hegedűk hangzásértékét. A hosszú modellje (franciául „patron allongé”, angolul „long Strad” vagy „long pattern”), amely egyúttal laposabb boltozattal rendelkezik, bizonyára első olyan kísérlete volt, hogy a Maggini- és Amati-hegedűk előnyeit egybeötvözze. Amikor ezt a kísérletezést a 17. század vége felé már feladta és visszatért egy rövidebb formához, mindjobban kitartott az eredeti céljánál, hogy a hangot tökéletesítse és megnövelje. A modellt olyan szélesre vette, hogy az a formaszépséggel összeférjen, és amellet megartotta a lapos boltozatot. Bizonyára felismerte, hogy a lapos boltozat kedvezőbb egy erőteljesebb hang létrehozásához. A boltozatot annyira csökkentette, ahogy ezt ésszerűen megtehetette, átlagban mintegy 15 mm-re vette a szegély alsó szélétől számítva. Egy egyszerű megfontolás vezetett oda, hogy a boltozatot laposra vegye, mert egy laposabb hajlatot (ívet) könnyebb rezgésbe hozni, mint egy magas boltozatot. Ez a megállapítás érvényes a homogén (egynemű) anyagokra, mint például az üvegre és az acélra, de nézetem szerint sokkal inkább a szerves anyagokra, nevezetesen a fára. A magasabb boltozattal a hosszanti rostok (pászták) – a rugalmasság fő hordozói – jobban át vannak vágva, amely a hang számára hátrányt jelenthet. Ismereteim szerint ez a szempont a mai napig sincs eléggé figyelembe véve. Természetesen nem szabad mindjárt azt a végkövetkeztetést levonni, hogy nem adódhatnak kitűnő magas boltozatú hegedűk. A legkedvezőbb boltozat megítélésekor tekintetbe kell venni, hogy a hegedűnek nem egyedül a húrlábnyomást, hanem a húrhúzást is meg kell tartani. A mesterek közül sokan valóban alábecsülik egy magas boltozat alkalmazásakor a húrhúzást és a tető ez által előidézett összenyomását. A magas boltozat ezek ellen nem nyújt nagyobb ellenállást. Erre már abból is rá lehet jönni, hogy a teljesen síkfelületű hangszereknek (mint a gitárok és lantok) nem kell kitartaniuk a húrlábnyomást. Mindamellet ezek a síkfelületű hangszerek a húrok nagyobb száma miatt a tető felső részén nagyon jelentős nyomást tartanak ki. Káros lenne a tetőt boltozattal ellátni. Legnagyobb fontossággal bír a hegedűtető tartóssága számára, hogy a felső területe a nyak tájékán ne legyen túl vékonyra véve. A középrész inkább lehet vékonyabb. Stradivari és Guarneri nyilvánvalóan ezen elvek szerint járt el. Az idő beigazolta az elképzelésük helyességét, mert a hangszereik annyi idő elteltével is ellenállnak a nyomásnak. Ezért van az, hogy a Stradivari tetők legtöbbször egyenletes vastagságban, 2,5–2,8 mm-re vannak kidolgozva.

Stainer teljesen más eljárás követett. A magas boltozatnál felhalmozta középen a tömeget (a tető kb. 4½ mm), majd a pofák felé szinte az 1 mm-ig is lement. A Stainer hegedűk ilyen jellegű kidolgozása lehetett a fő oka a könnyű megszólalásuknak, amelyet mindig el kell ismerni. De hangszereinél elvesz a hangerő, és meg vagyok győződve, hogy egy Stainer-hegedű annyi időn át nem tudná olyan jól kitartani a húrok húzását, mint egy Stradivari-hangszer.

Mivel egy tető vastagságát rendszerint csak a középrész szerint ítélik meg, így egy Stainer-tetőt a szokásos jellemzés szerint erősnek, egy Stradivari-tetőt pedig gyengének kellene tartani. Véleményem szerint a dolog azonban fordítva van. Akkor tartok egy tetőt erősnek, ha az mindenekelőtt a pofákon erős. A középrész különben is erősítést kap a gerendával, a másik oldalon pedig jelentős támogatásra lel a lélekkel. Véleményem szerint egy Stainer-tető a közepén meglévő 4½ mm növekvő vastagsága ellenére is gyenge, és ezt a vastagságot neves hegedűépítők aligha fogják megadni, akik egy Stainer-másolatnál a pofákat 1 mm-ig ledolgozzák.

Én a hegedűimnek kb. 15 cm normál boltozatmagasságot adtam, hogy a tető képes legyen a húrláb nyomásának ellenállást nyújtani. A boltozat kidolgozásánál azonban adódhat számos

változat. Először a berakástól némi távolságban, a hornyolat mögött teljesen észrevétlenül növekedhet, vagy a berakásnál azonnal kezdődhet, amelynél azonban már nem sokat lehet a hornyolatból észrevenni.

A régi itáliaiak nem alkalmazták a ma szokásos boltozatsablont, hanem szemmértékalapján dolgoztak, így azok a boltozat kialakításában nagyobb változatosságot nyújtottak. Úgy tűnik, hogy Stradivari a külső boltozat megmunkálását különböző módokon alkalmazta. Működésének a vége felé a boltozatot a berakástól kezdve gyorsan hagyta emelkedni. Természetesen a középső részen laposabbra kellett vennie, ha nem akarta túllépni a normál boltozatmagasságot. A régi itáliaiak (Hill szerint, 209 old.) a boltozat magasságánál gyakran a mindenkor rendelkezésre álló anyaghoz igazodtak, például a boltozatot jóval laposabbra vették, ha a feldolgozandó faanyag csekély magassága erre kényszerítette őket. „They were forced, in fact, to cut their fiddles according to their wood.” Ma ismeretesen a hosszanti boltozat kialakításához egy, a keresztboltozatokhoz pedig több sablont használnak. Egy sablont a hosszanti boltozathoz – mint a legfontosabbat – nyilvánvalóan előbb vették igénybe. Legalább is Bagatella ezt az egyet hozta szóba. Az általában használt módszere szerint, hogy a teljes körvonalat körökből megszerkessze, a hosszanti boltozatnak is nagy sugarú keresztívet adott.

A külső boltozat megmunkálásához más eljárást alkalmazok (amennyiben a külső boltozatot nem más keze általi pontos adatok szerint dolgoztatom ki), amelynél a magasságívek szerinti hozom létre a boltozatot, ahogy azokat a geodéziai mérőasztal lapoknál alkalmazzák. Természetesen szükséges, hogy a lemezek alsó felülete a megmunkáláskor teljesen sík maradjon. A görbületekre bejelölt számsorok segítségével, igény szerint lehet a boltozatot változtatni.

A Stradivari és Guarneri hegedűk (normál) méretei rendelkezésünkre állnak. Normál hossznak tekinthetjük a 35½ cm-t, de néhány milliméterrel túl is lehet azt lépni. Az alsó szélesség 20,6–21 cm, a felső 16,6–17 cm-t tesz ki, a legkeskenyebb helyen a középrész 11–11,3 cm. Ezek a méretek helyesnek bizonyultak. A kivitelezőknek természetesen jogukban áll más méreteket is alkalmazni, amely mindig lehetővé tesz bizonyos játékteret. Stradivari és Guarneri nem alkalmazták mindig ugyanazokat az arányokat, és így van ez a mai hegedűépítőknél is. Egy modell szélességarányainak megnöveléséhez középen csak el kell vágni a rajzot és a két fél darabot újból felragasztani, amelyben középen egy barázdát hagyjunk szabadon. Ha a felső szélességet akarjuk jobban megnövelni, akkor a két felet lent középen toljuk össze, és fent hagyjuk kissé egymásra menni, úgy hogy egy keskeny ék keletkezzen a két fél között. De ennél még a külső vonal igen csak megváltoztatható. A legfelső és a legalsó ívelést majdnem derékszögben hagyhatjuk lefutni a középvonalba, vagy azokat ebből a vonalból kifelé hirtelen hagyjuk csökkenni. Ha például az „Alard”-Stradivari vagy a „Rode”-Stradivari ábráit (Hillnél, 63 és 235 old.) az 1696-ból való Stradivari-mélyhegedű (Hill, 99 old.) rajzával összehasonlítjuk, akkor könnyen felismerhetjük a vonalvezetés különbségeit. Azáltal kapott egy könnyed külsőt, hogy a felső szélesség viszonylag csekélyebb, mint a két említett hegedűnél; mialatt a hegedűk építése inkább zömöknek tűnik.

A módosítás másik eszközét nyújtja a sarkok kidolgozása, melyek többé-kevésbé előtérbe lépnek, hegyesebben vagy tompábban futnak ki, vagy távol állnak egymástól. Például a Stradivari „Betts”-nél az erősen előreugró sarkok eltérését (Hill, 265 old.) a mester más hegedűivel szemben könnyű felismerni. Legfőbb szabály itt a vonal szépsége. Ehhez azonban nem a matematikai számítás, hanem csupán az esztétikai érzék adhat segítséget. A hegedű akusztikai felépítésére az ilyen viszonylag kis eltérések rendkívül csekély vagy semmi jelentőséggel nem bírnak. Ezek a külsődlegességek azonban esztétikai szempontból igen fontosak; mert a hegedűnél nem egyedül a fül, hanem a szem is ítéletet mond, és egyes embereknél ez utóbbi sokkal inkább számít.

Nézzük meg a kérdést közelebbről, hogy miért éppen ez a normálforma alakult ki, amely azonban mindig hagy egy csekély szabad játékteret. Nem igényel további magyarázatot, hogy a középrésznek azért kell keskenyebbnek lenni, hogy lehetővé váljon a kényelmes vonóhúzás. De miért legyen csekélyebb a felső szélesség, mint az alsó? Ennél az a megfontolás hathatott közre, hogy a hegedűnél akusztikai nézőpontból célszerű, hogy ne két egyforma rész alkossa. A baloldal a gerenda beillesztésével már úgy sem volt a jobboldallal azonos. A gondolat tehát kézenfekvő, hogy felül és alul is egyenlőtlenséget teremtsenek. Ez nem volt mindig így. Vannak régi vonós hangszerek, amelyeknél a felső szélesség meglehetősen közelít az alsóéhoz, jóllehet a húrláb jobban hátrább áll. Már első pillantásra felismeri az avatatlan is, hogy ez a szélesség elrendezés ilyen húrlábnymás mellett nem hatna harmonikusan. Tulajdonképpen a húrlábnak inkább előbbre kellene állni; akkor azonban túl kevés lenne a húrfeszítés. Vagy a nyakat kellene mértéken felül meghosszabbítani, miáltal azonban a teljes játékmód romlana le. Így már a hegedű megalkotása előtt kialakult a lefelé szélesedő forma.

A korpuszhossz képezi minden méret állandó kiinduló pontját. Már Bagatellánál is ez volt a mértékadó a felső és az alsó szélesség meghatározására, amikor az érzék, a harmónia és a finom esztétikai észlelés, de nem a matematikai megfontolások játszottak nála szerepet. Ezzel is úgy volt, hogy nem egyedül a hossz méretek ingadoztak, hanem azonos hosszánál gyakran a szélesség méretei is eltérőek voltak. De a szélességek a hangszerek különböző fajtáinál sincsenek arányszerű összhangban (vesd össze ezzel ellentétben Bagatellát a könyv 22. fejezetében). A hegedűnél a felső szélesség aránya az alsóhoz a kb. 4:5-höz. Nincs azonban szó szigorú törvényszerűségről, ami már abból következik, hogy ezen arányokhoz rendszerint a külső szélességet határozzák meg, de alkalmanként a kávéától kávéig a belső méretet veszik figyelembe. A hegedű pontos kivitelezésénél a szélességek aránya 16:20 vagy 16,5:20,6 stb., amelyek valóban gyakran előfordulnak. Stradivarinál azonban úgy találjuk, hogy a felső szélességet inkább kissé nagyobbra vette. Fordítva van ez a mélyhegedűnél, ahol a felső szélesség viszonylag csekélyebb, de valamelyest a csellóra is ez vonatkozik. A hegedűhang számára a 4:5 számarány pontos betartása teljesen közömbös, és így van ez valamennyi arányszámnál, amelyek nem közvetlen akusztikai igények alapján határozták meg. A 4:5 arányszámok mindenesetre a nagy terc harmonikus szakaszát adják. De mit fognak kezdeni a felső és alsó szélességgel? Ez a körülbelüli arány éppen gyakorlatiasan adódik, mert a szemnek a hegedűtest legkellemesebb harmóniáját jeleníti meg azáltal, hogy a felső rész keskenyebb, mint az alsó. Hasonló módon alakult ki a hegedű mai teljes menzúrájának a 2:3 aránya. A legjobb játszhatóság gyakorlati szükségessége hozta létre, amely éppen ezen arányok pontos vagy körülbelüli kivitelezésénél adódik a legjobban.

A hegedűnél az aranymetszés alkalmazása éppen olyan terméketlennek bizonyult, mint az a kísérlet, hogy a hegedű popporcióit minden lehetséges arányszám szerint számítsuk ki.⁴⁴ Az aranymetszés kifejezés mindenesetre igen csábítóan és szépen hangzik! A mostanáig titokzatosnak tartott rezgésjelenség magyarázata számára – akkor sem, ha a hegedűnél keresztül-vihető lenne – egyáltalán semmit nem nyernénk vele. Még ha a nyert szempontok egy hangszernél egyszer-másszor igaznak is bizonyulnának, egy másiknál – sőt még ugyanannál a mesternél is – cserbenhagyna bennünket. Ismeretesen az aranymetszésnél egy terület nagyobb darabja a kisebbhez úgy viszonyul, mint az egész terület a nagyobb szakaszhoz. Az arány, számszerűen 8,09:5 vagy 1:0,618. Az aranymetszést azonban csak kerülőútként találták ki a hegedűhöz.

⁴⁴ C. Schulze az írásaiban említi, hogy ezt a kísérletet elvégezte.

Megjegyzés: A hegedűépítők már korábban gondoltak az aranymetszésre. Adolf Beck és Max Möckel hegedűépítő mesterek írásaikban következetesen érvényre juttatták ezt a módszert. Beck az alkotásainál a hegedű belsejéből indult el, éspedig egy olyan vonaltól, amelyet a káva határol. Mialatt – bár helyesen – leszámította a saroktökéket, hozzávette a rezgésfelülethez a felső és az alsó tőkét – amit nem tartok helyesnek –, hogy a számításaihoz a középvonal belső hosszát, a szegélykiállítás és a káavastagság levonása közben kiindulópontként megkapja. Beck az aranymetszés mellett fontos aránytörvényként a 4:5 arányt alkalmazta, például a felső és alsó szélesség arányainál. Már említettem, hogy ez az arány a Stradivari hegedűk külső vonalainál alig stimmel, csak akkor ha – ahogy ezt Beck teszi – mindig kávától kávaig mérjük. A Stradivari cselló még rosszabbul illeszkedik be ebbe az arányba, mint már egyébként is ez volt az eset. Én a Beck által megadott aranymetszés arányait – amely egy Apian-Bennewitz által közölt Stradivari rajzon alapul – utána ellenőriztem és úgy találtam, hogy az bár nem teljesen pontos, de eléggé összhangban van. Ezzel szemben az Otto Möckel által kiadott könyv második kiadásban lévő rajzok teljesen hibásak. Így a sarkok meghatározása – különösen a felsőké – az aranymetszés segítségével Guarnerinél és Nicolo Amatinál gonoszul cserbenhagyott. Bár Beck hagyott bizonyos szabadságot, amelynek van egy célszerűségi törvénye, ha azt legtöbbször nem is alkalmazzák. Az aranymetszés szerint kapott transzverzális (átszelő) a nagyobb vagy alsó szélesség területe számára rendszerint ugyan nem érvényes, különösen a legnagyobb alsó szélesség ráeső vonalánál jobban közép felé kell feküdni. A testmérés kiszámítása a 4:5 arány szerint néhány milliméterrel többet eredményez, mint ahogy a valóságban előfordul. Mindamelllett a hegedűnél eszerint szükségből (ha már minden kötél szakad) számításba kell venni, csellónál azonban egyáltalán nem lehet alkalmazni. Egyébként számomra valószínűtlennek tűnik, hogy a régi mesterek az aranymetszés törvényét, amely – ahogy Beck mondja – a modell külső szépségét illeti, nem közvetlenül a külső vonal formálására, hanem a belső vonalra alkalmazták. A Beck-féle meglehetősen egyszerű, tetszetős hegedűmodell önálló konstrukcióként jó szolgálatot tehet.

Beck csak a hangtest körvonalának szerkesztését tartotta szem előtt és abból vezette le az *f*-nyílások helyzetét, a húrlábállást stb. Attól azonban őrizkedett, hogy a boltozatokat és a lemezek igen fontos vastagságarányait számításba vegye. Max Möckel – az írásai szerint – e kísérleteket az aranymetszés alkalmazása közben végezte. De mivel ennek a tisztán matematikai elméletnek a cáfolata a munkám kereteit messze túllépné, ezért behatóbban a függelékben fogok vele foglalkozni.

Úgy vélem, hogy az aranymetszés egy műtárgyon mindenekelőtt akkor érdemel figyelmet, ha közvetlenül mutatkozik meg, ha tehát két szakasz – amelyet a szem minden további nélkül észlel, vagy amely könnyen elképzelhető – ilyen arányban található. Ha ez az arány a hegedű felépítéséhez olyan nagyon fontos lenne, akkor messzemenően figyelemre méltó, hogy az sehol nem jelenik meg. A hegedűnél rendelkezésre állhat, ha mintegy a teljes hossz az alsó szélességhez vagy a felső szélesség a középsőhöz, mint 1:0,618 vagy körülbelül 8:5-höz aránylana. Sajnos azonban ehhez az alsó szélesség a hosszal szemben mintegy 1 cm-rel csekélyebb és a középső a felsővel szemben körülbelül 5-7,5 mm-rel nagyobb. Az aranymetszés akkor is alkalmazásra kerülhetne, ha az alsó *f*-pont átmérője és a felsőé a megadott számáránynak megfelelné. Erről azonban szó sincs. Maggini előszeretettel készítette a felső *f*-pontokat valamivel nagyobbra, mint az alsókat. Az aranymetszés az akusztika részére a legcsekélyebbet sem teremtette. Legalább a felső és alsó szélesség arányszámai (4:5) még megfeleltek egy harmonikus intervallumnak. Az aranymetszés 5:8,9 számaránya egyáltalán nem felel meg az intervallumnak. Ha az 5:8 közelítő arányt vesszük, akkor egy kis szextet kapunk, amely még csak nem is tartozik a teljes összhangzathoz.

Miután a 4:5 körülbelüli arányt a felső és az alsó szélesség számára elfogadtuk, más egyszerű arányszámokkal és az aranymetszéssel nem jutottunk előbbre. Hogyan alakulnak tehát a középvívek és a sarkok, és mindenekelőtt hogyan határozzuk meg a húrlábvonalat? A dolgot a következőképpen gondolom, azonban előre hangsúlyozva, hogy ez nem bizonyított dolog, hanem csak feltételezésről van szó. Itt senki nem tud semmit bizonyítani.

A további aránypárok számára a hosszúság, valamint a felső és alsó szélesség meghatározása után induljunk ki a lélektől, mint a hangszer „lelkétől.” Ha belül a tőkétet leszámítjuk, adódik egy vonal, amely, az oldalain gitárhoz hasonló, amely a tulajdonképpeni rezgésfelületet képviseli. Ha a lélek (pálca) tengelyén keresztül a hát fugavonalára merőleges egyenest húzunk, akkor az a két rezgő felületet két azonos részre osztja (választja). Kis ingadozások ennél semmi veszteséget nem okoznak tovább; ezek később már azáltal adódhatnak, hogy a lelket kissé magasabbra vagy mélyebbre helyezünk függőlegesen egy vonalat, amely a rezgő felületet két azonos részre osztja. Kis ingadozások itt nem jelentősek, amelyek később az által is adódhatnak, ha a lélekpálcát valamivel magasabbra vagy mélyebbre helyezzük.

A régi mesterek kezdettől fogva minden tényező egyidejű összehatását – korpuszhossz, felső és alsó szélesség, a lélek távolsága a felső széltől és az általa ható rezgő felületek két egyenlő részre osztását – szem előtt tarthatták. Ne tegyenek nekem ellenvetést, hogy egy számszerű arányt, nevezetesen az 1:1 arányt is feltételeztem. Most azonban nem teljesen a hegedűakusztika számára végérvényes arányokról van szó, hanem kifejezésre juttatom, hogy a lélek által közvetített rezgések a hát rezgésfelületét egy ponton úgy találják el, hogy felfelé és lefelé azonos felületek legyenek mozgásba hozva; tehát egy tisztán akusztikai nézőpont érvényesüljön.

A lélek számára meghatározott helyből adódik minden további nélkül a húrláb állás, és vele a menzúra – normál formátumnál a felső tetőszegélytől 195 mm-re – és természetesen az *f*-nyílások fekvése is. Az alsó sarkok olyan magasra kerülnek, hogy a vonó még minden húzásmódnál könnyen elhaladhasson mellettük. Ennek folytán az alsó sarkok belső csúcsai legtöbbször még valamivel a megjelölt lélekpálca-vonal alatt maradnak. A felső sarkok magassága úgy legyen meghatározva, hogy a vonó még akkor se érintse, ha a fogólap közelében pianóban húzzák meg. A sarkok egymástól való normál távolságát gyakorlati tapasztalatok alapján alakították ki, ami Stradivarinál mintegy 7,6–7,7 cm. Ízlés dolga volt, hogy a C-ívek közti részek a sarkok meghatározása után fent vagy lent valamivel sekélyebben oszlanak-e el (például Maggininál), vagy felfelé és lefelé erősebb lendületben ívelnek-e ki a sarkoknál (Amati, Stradivari stb.), mint ahogy az is, hogy a sarkok kevésbé (Maggini) vagy jobban (cremonaiak) emelkednek-e ki és hegyesen vagy tompán végződnek-e. Ha tehát a menzúrát ily módon a középvív és a sarkok kialakítása határozta meg, akkor már nem volt szükség a lélekpálcától kiindulni, hanem annak behelyezésekor fordítva a menzúra és az akusztikai kíváncságot szerint igazodhattak, továbbá az *f*-nyílások szerkesztésénél is, ahogy Stradivarinál láttuk, egyszerűen a külső vonaltól, illetve a kávvonaltól indulhatunk ki, melynél az alsó sarkoknak különös fontosságuk van.

A tető- és a hátlemezek normál magasságával egyidejűleg gyakorlatiasan (empirikusan) képezzük ki a káva normál magasságát. Az utóbbinál a rendszerhang szándékos magassága és azzal a hangszínre való behatása játszott szerepet. Ha túlzott a káva magassága, akkor a rendszerhang könnyen túl mély, a hang pedig túl sötét lesz. Ismeretesen a magasabb boltozatnál általában szintén alacsonyabbra veszik a kávét. Stradivari bizonyára a légtérrel gyakrabban alkalmazott kísérleteket. Ahogy a Hill testvérek adatai közlik, a káva normál magasságát lent 31,75 mm-re, fent pedig 30 mm-re vette. Olykor azonban lent csak 30 mm, fent pedig csupán 28,5 mm volt a kávamagasság. A magasságot felfelé a jobb kinézet miatt rendszerint kissé

csökkentette. A keskenyebb felső részhez jobban illett egy alacsonyabb káva. Hill szerint (56 old.) Stradivari az 1709/12 években az arányokat jelentősebben megváltoztatta, mint valaha előtte és utána. Ezek az adatok csak annyiban érdekesek, mert számos szerző szerint Stradivari 1700 után már nem végzett kísérleteket. A Hill testvérek megállapították, hogy Stradivari akkor tartósan tétovázott, és hogy a kávát gyakran alacsonyabbra vette, ahol – a hajdani többi arányokhoz csatlakozva – éppen nagyobb magasság lett volna várható, és fordítva.⁴⁵

Sajnos a Hill testvérek semmit nem közölnek az adott hegedűk léghangjának magasságáról vagy mélységéről. Ennek folytán nem tudjuk, hogy Stradivari kísérleteinél mindig ugyanazon vagy különféle léghangról van-e szó. Azonos léghang eléréséhez olykor változtatnia kellett a káva magasságát, ha nem tartotta többre, hogy az *f*-nyílások szélességével érje el a célját, ami mindenestre egyszerűbb megoldás lehetett. Ha elegendő számú Stradivari hegedű állna rendelkezésünkre, akkor valamivel pontosabb meghatározást tehetnénk ebben a tekintetben is.

⁴⁵ Valóban itt lenne az ideje, hogy a hegedűirodalom számos írását, most amikor Stradivariról a kiváló Hill-féle művel rendelkezünk, egyszer már – különösen a Stradivarira vonatkozó adatokat illetően – vessék alá kritikus áttekintésnek. Mi lenne akkor megtartva! Stradivari bölcs szándékkal a tető és a hát boltozatát együtt olyan magasra vette, mint a kávát, úgy hogy mindig elérje a 60 mm magasságot. Ha csekélyebb volt a boltozat, akkor a kávakoszorút vette magasabbra, hogy meglegyen a 60 mm. Riechers szerint a Stradivari hegedűk kávéi felül a felső saroktőkétől kiindulva 2½ mm-el csökkentek (tehát végül 27½), hogy – ahogy véli – a tető feszességet kapjon, és a nyaknak megadja a szükséges ellenállást. Honnan szerezhetette Riechers azokat az ismereteket, amelyek nála általános szabályként jelentkeznek?

14 AZ ANYAG

Magától értetődik, hogy a hegedűépítésnél nagy jelentősége van az anyag minőségének. Így van ez minden képzőművészeti alkotásnál és egyáltalán az emberi kéz majdnem minden művénél; miért lenne ez másként a hegedűnél? A hegedű számára éppen a legjobb az elég jó. De mi a legjobb hangzási vonatkozásban? A hang nagyon fontos, ezért a külalak, a szépség nem mindig mértékadó. A hegedűnél hangzófáról van szó, ezért könnyen előfordulhat, hogy jelentéktelen, sőt külsőleg kis hibákkal terhelt fa jobb a látszatra szebb és hibátlanabb fánál. Kimutatható Stradivari alkotásai között hangzásilag különlegesen kiváló hangszerекnél is, hogy nem mindig a legszebb és a leghibátlanabb anyagot használta fel. A pompás „Alard” hegedűn például a tető alsó részénél a pásztákon a húrtartó mellett jelentős hibákat lehet megállapítani. A végeredmény feljogosít annak kijelentésére, hogy azok a hibák nem károsították a hangot. A híres „Piatti” csellónak Hill szerint (146 old.) egy sima kinézetű, kis és gyenge lángolású, de telthangú juhar háta van. A tetőnél a fa szerkezetében lévő különböző torziókról („twists”) lemondanánk, amelyeket e helyek közelében futó kinövések okoztak. Stradivari a korai és kései alkotó éveiben egyaránt hazai eredetű juhart használt, amelyeket apró, sűrűn álló lángolások jellemeztek. A széles és szép lángolású fája Keletről származott. Ez természetesen sokkal költségesebb volt. Ilyen minőséget az öregebb itáliai hegedűépítőknél, például Amatiéknál – akik egyébként a hátfát előszeretettel a szélvészka felé (Schwarte) vágták⁴⁶ – alig találni. Általánosságban nem állítható, hogy a legszebb, széles habosságú háttal rendelkező hegedűk a másikat hangzásban felülmúlják; mert adódnak Stradivari munkái között is kevésbé mutatós háttal hangzásilag első helyen álló hegedűk.

Ha ezek után csak a hangzási eredményeket tartanánk szem előtt, akkor a jó hangzófát, különösen a juharfát egyszerűen nem a külső szépsége szerint ítélnénk meg. A végső szót ennél majd mindig a gyakorlat fogja kimondani. Ha valaki hangzásilag egy kitűnő eredményt szolgáltató hegedűt épít, akkor biztos visszakövetkeztetést tehet, hogy a felhasznált fa, mint hangzófa jó vagy igen jó volt-e. Ez a meghatározás fordítva már nem mindig érvényes. Egy rossz hangeredménynél elsősorban az építési módban kell a hibát keresni. A hangzófa ilyen értelemben jó és rossz is lehet. Ha egy kedvező eredmény számára az építési mód is mértékadó – mindenekelőtt a favastagság helyes kidolgozása és ezáltal a megkívánt tulajdonságokkal rendelkező önhang kialakítása –, úgy ezen arányok megteremtéséhez mindenekelőtt az anyag képezi a legfontosabb alapot. Ezért a hangzásilag jó anyagban kedvező előfeltételt látok a teljes siker számára, ahogy egy jó, rugalmas, nem merev lakk alkalmazását is magától értetődőként szemlélem. Másként lenne ez a művészet egyéb területein? Nem kell-e egy festőnek a legjobb és legtartósabb festéket, valamint azok helyes keverékét választani, hogy a lehető

⁴⁶ Szélvészka felé van a fa vágva, ha a vágások, mint a hagyományos deszkavágásnál, az átmérővel párhuzamosan futnak. Rendszerint azonban a fát – a tetőt majdnem mindig – tükrökvágással alakítják ki, vagyis a vágások függőlegesen, az évgűrükön keresztül a középpont felé történnek, úgy hogy ékformájú darabok (mint egy pogácsa felvágásakor) keletkeznek. A hátlemmezhez, ha az elég széles, akkor egy ilyen darabot használnak fel, vagy – ahogy ez a tetőnél majdnem mindig történik – két ilyen darabot a vastag oldalukkal enyveznek egymáshoz úgy, hogy egy eresztékkel rendelkező tetőszerű lemez keletkezik. Tehát a fa rendszerint tömörebb külső pásztái e szerint mindig belülre kerülnek. Stradivari legtöbb esetben az osztott hát mellett döntött. Pontosabb közlések, mint például a rezgő fa származási helyére, fejlődésére (növekedéséről), előkészítésére stb. vonatkozóan Apian-Bennewitz könyvében található.

legnagyobb sikert biztosítsa a művészi alkotása számára? Nem lenne-e a műve súlyosan veszélyeztetve, ha az egyik vagy másik szín idővel megváltozna, vagy a felhordás után repedezett lenne? A keresztény középkor faszobrászainak nem kellett-e a legjobb anyagot felhasználni, hogy azok napjainkig is kifogástalan állapotban maradhattak?

A rezgőfa értékének megítélése szempontjából is – egy helyes akusztikai építésmódot feltételezve – mindenekelőtt a végeredmény a mértékadó, ezért a gyakorlatban adódnia kell bizonyos irányvonalnak a kiválasztáskor. A tetőfa, amelyhez elsősorban a lucfenyő vagy a vörösfenyő (*abies excelsa*), alkalmanként a jegenyefenyő (*abies Alba*) vagy a közönséges fenyő (*abies pectinata*) is alkalmazásra kerül, lehetőleg egyöntetű, egyenesen futó pásztákkal rendelkezzen, amelyek – finoman képződve – ne álljanak sem túl szorosan, sem túl ritkán egymástól, és középen valamennyivel sűrűbbek legyenek, mint a szélek felé haladva. A fának – ha hasították – csillogó fénnel és meglehetősen könnyű fajsúllyal kell rendelkezni. Az idősebb német hegedűépítők a rendszerint túl tömör pásztájú fát kedvelték. Amatiék a ritkábbat, Stradivari korai időszakában pedig tömör, később azonban a legszebb pásztával rendelkező fát választotta.

Savart pontosan meghatározott méretű, jól hangzó fából levő normál pálca készítését ajánlotta, majd egy azonos pálcát másik fából. Savart szerint ennek a fának önhangmagasságával el lehetett dönteni a minőségét. Az eszközt túl primitívnek tartom, mert ennél a vizsgálatnál egyáltalán nem vették tekintetbe a fa keménységét, valamint a súlyát, és csak az önhang került szóba. A valamivel magasabban hangzó fa – véleményem ellenére – csekélyebb értékű hegedűfa lenne, ha sokkal tömörebb és súlyosabb lenne. Ezért ha ezt a vizsgálati módszert használjuk, akkor a fa súlyát is meg kellene határozni. Legjobb eszköz a rezgőfa hangzási tulajdonságairól közvetlen bizonyosságot kapni – amint már korábban említettem – abból áll, hogy egy hegedűformájú lucfenyő lemezt (természetesen boltozattal ellátva) bizonyos egyenletes vastagságra, mintegy 4 vagy 3,5 mm-re dolgozzuk le és az önhangjait, valamint a súlyát határozzuk meg. Az eljárásnál kíváncsi, hogy különösen a középrész hangmagassága kiemelkedjen. Természetesen bizonyos tapasztalatra van szükség, hogy összehasonlítást lehessen tenni. Végso sorban természetesen a felragasztott lemezzel nyert eredmény a döntő, amikor a lemezt körülbelüli kidolgozás után ideiglenesen fölenyveztük és az önhangot így állapítottuk meg. Ha a hang a várthoz képest mélyebb, akkor a felhasznált fát tegyük félre. A juharfánál azonos nézőpontból induljunk ki, és hasonló vizsgálati módszert alkalmazzunk. Ha a jól hangzó juharfa emellett még szép lángolású is, akkor ez még jobb, mert sok ember szemében ez által jelentősen növekszik a hegedű értéke. Ha a kávának is azonos a habossága (fatektúrája) mint a hátlemezé, akkor az még jobban fokozza a hangszer szép kinézetét. Azonban a szép, széles lángolású fa nagyobb nehézséget jelenthet a hajlításkor, úgyhogy ajánlatosabb a káva számára tömör lángolású juhart választani.

A felhasználandó fa korára (öregségére) most már nem helyeznek akkora súlyt a mesterek, mint korábban. Szigorú követelmény, hogy a fát teljes kiszáradásig kell raktározni. Bagatella a szárításra három évet szánt, de számításba kell venni, hogy ez a várakozási idő az itáliai éghajlatra volt érvényes. Nálunk, Németországban ehhez legalább öt-hét évre van szükség. Ahogy a hegedű életkorának túl kedvező hatást tulajdonítottak, új hegedűk építésénél ezt az előnyt már előre elérhetőnek vélték, ha igen régi fát használtak fel. Öreg templomi padok, alpesi házak gerendázata stb. gyakran kerültek felhasználásra – különösebb eredmény felmutatása nélkül. Számos hegedűépítő most előnyösebbnek tartja az elegendő ideig, természetes módon kiszáritott fiatalabb fát.

A nagyon öreg fa felhasználásakor fennáll annak a veszélye, hogy az öregségét túlbecsülve nem veszik eléggé számításba, hogy valóban rezgőfával van-e dolgunk. Ezért egyszer kísérleti

célra ugyanabból a beszerzési forrásból két igen öreg lemezt készítettem a tető számára. Az egyik mint hangzófa kielégítő eredményt nyújtott. A másik akusztikailag használhatatlan volt, ami a megmunkáláskor az önhang vizsgálata során, de még inkább a felenyvezés után az önhangok mélységéből derült ki. Aki ilyen fából – ha mégolyan öreg is – épít hegedűt, az ne csodálkozzon, ha nem sokat ér a hangszere.

Egy másik pontra is szeretném felhívni a figyelmet, amely némelyeknek kevésbé fog aggályt jelenteni. Ha valaki egy igen öreg – mondjuk háromszáz éves – fát használ fel, akkor az adott hegedű sokkal hamarabb fog tönkre menni, mint például, ha tízéves fából készült volna. Az a bizonyos időpont nem lehet távol, amikor a több mint 300 éves régi itáliai hegedűk aggkori gyengeség miatt már alig lesznek használhatók. Egyik-másiknál talán már el is érkezett ez az idő. Sokoldalú kísérletek alapján az a véleményem alakult ki, hogy az öreg fa nem tud felülmúlni egy jól kiszáritott új fát, inkább az ellenkező eset fordulhat elő.

Sokszor fennáll a kérdés, hogy a fa északi vagy a déli oldala-e a kiválóbb, amit egyáltalán nem könnyű eldönteni, ha a felhasználáshoz a választékot már szétvágott vagy széthasított darabokban találjuk. A legrosszabb azonban, hogy gyakran egy rakásban teljesen különböző fából van a faanyag összeállítva. Még elégedettek lehetünk, ha a készlet legalább ugyanazon erdő- vagy faállományból származik. Ezért ajánlatos, egy fatörzsből a teljes törzset beszerezni, és rezgőképességét előzetesen megvizsgálni. De ugyanabból a fából származó faanyagnak akusztikailag egyáltalán nem szükséges olyan vonatkozásban teljesen azonosnak lenni, hogy azt a törzs felső vagy alsó részéből, illetve annak északi vagy déli oldalából nyertük. Bagatella, Jak. Aug. Otto és mások például a déli oldal fáját kedvelték, mialatt Apian-Bennewitz számos más mesterrel az északi oldalt tartották többre, és a déli oldal fájában „a legjobb tűzifát” látták.⁴⁷ Ez a kérdés tehát egyáltalán nincs tisztázva. Legjobb a kinézet és különösen a fa akusztikai sajátossága szerint igazodni. De véleményem szerint a rezonanciafánál sokkal fontosabb az a kérdés, hogy: Melyik oldal felől tartotta ki a fa a szél fő nyomását? A „Hangszerépítés” c. folyóiratban (17. kötet, 285 old.) fontos adatokat találunk erre vonatkozóan. Ha a magányosan álló lucfenyő vagy erdeifenyő, illetve az állomány szélén lévő erősebben vannak kitéve a szél nyomásának, akkor a széllal szemben elhelyezkedő oldal, amely elsősorban kitartja a nyomást, az élő sejtjeiben erősebb rostok kifejlesztésére van készítve, amely az erősebben kifejlődött évgűrükön és azok vöröses színéből is felismerhetők. Az ilyen fát vörös fának, tudományosan „kiérlelt fának” is nevezik. A napsugárzás hatása – amelyre szintén gondolnunk kell – nem szorulhat magyarázatra. A vöröses évgűrűjű fát, amelyek erős véraláfutásnak néznek ki, legtöbb ténykedő véleménye szerint el kell dobni – melynek keletkezése az említett, vagy egyéb más körülménynek köszönhető.

Még egy fontos szempontot vegyünk figyelembe, nevezetesen a légköri nedvesség hatása a fára. Kísérleteim szerint erre érvényes az a mondás, hogy: Minél szárazabb a fa, annál magasabbak az önhangjai. Eszerint a nedvesség felvételével csökken a fa rugalmassága, tehát fordítva van, mint a lakknál. A fa is a nedvszívó, vagyis a levegőből, annak relatív páratartalmából vizet vesz fel és azt ismét leadja, úgy hogy a nedvesség tartalmát egyensúlyban próbálja tartani a levegőével. Ennek során a fa a nedvesség jelentős felvétele mellett még mindig száraznak tűnik az érzetünk számára. Egy lakkozatlan hegedűtető például nedves nyári időjárás mellett a szobában 71 gr súlyt nyom és a középső rész f^1/e^1 hangot ad. Ha kitesszük a napra, akkor cirka egy óra elteltével 68,25 gr-ra csökken, és a középrész hangja f^1 -re változik.

⁴⁷ Ilyen, szinte mulattató ellentmondásokat gyakran találunk a hegedűirodalomban. Egy teljes gyűjteményt lehetne belőlük összeállítani.

Egy juharfa hátlemez ugyanezen időjárás mellett 119 gr súlyú és középén **fisz**¹/**g**¹ hangot ad. Amikor a napra kihelyeztük és egy óra múlva megmértük, akkor 114 gr volt a súlya és középén **g**¹ hangot kaptunk. Ennél a hátnál könnyen el tudtam érni 6 gr súlykülönbséget. Hasonló különbségek adódnak a kész hegedűnél is, de a lakkozatlanoknál természetesen sokkal több, mint a lakkozottaknál, mert ezeknél a lakkozás által legalább a külső oldalak védve vannak a nedvesség behatásától. A hegedűépítő számára ezek az ismeretek igen fontosak. Könnyen megállapíthatja a különbséget, ha egy hegedűt nedves nyári időjárás során, vagy télen egy fűtött műhelyben épít. Az első esetben a fa túl nedves, az utóbbiban túl száraz, vagyis jóval a normál szárazság fölött lehet, különösen, ha az építés anyaga a kályha közelében volt tárolva. Úgy járhat egy hegedű is, amelynek önhangját nedves, nyári hónapokban határozták meg⁴⁸, hogy egy téli utóellenőrzés során, fűtött szobában valamivel magasabb önhangot fog mutatni. Magától értetődően a hangzásban is lehet bizonyos különbséget érzékelni. A levegő nedvességtartalmának befolyása is hozzájárulhat, ha a művészek – akik egy öreg, javítás során többszöri béleléssel ellátott hegedűn játszanak – gyakran arról panaszkodnak, hogy az időjárás változásnál rosszabbul szól, vagy zeng a hangszerük. Itt is különbözőképpen befolyásolják az új fát a légköri viszonyok, esetleg kedvezőtlen fesztítési arányok is képződhetnek. A téli feldolgozás során a hegedűfánál ajánlatos pontosan betartani a normál nedvességarányokat. A túl meleg műhelyben párologtassunk vizet, hogy a levegő ne legyen túl száraz. Az emberi szervezet ismeretesen ugyancsak ezt kívánja.

Végezetül azzal a fontos kérdéssel is foglalkoznunk kell, hogy miért használunk a háthoz juharfát, a tetőhöz pedig lucfenyőt. A magyarázat erre vonatkozóan még a mai napig sem kielégítő. Savart (221 old.) abból indult ki, hogy a lucfenyő a csekély tömörsége és súlya mellett rugalmasságban legalább azonos az üveggel és az acéllal és ezért felel meg legjobban a hegedűtetőnek. Bár a tető számára a lucfenyő célszerűsége magyarázatot kapna, de nem értjük, hogy akkor a hát számára miért nem a lucfenyőt, hanem a juhart alkalmazzuk. Apian-Bennewitz (80 old.) a juharfa célszerűségét a hátlemez számára a lélek helyén egy csomó feltételezésével úgy magyarázza, hogy a juharfa „a sűrűbb tömege miatt és a fesztítés hiányával ugyanazon rezgésviszonyokat látszik teljesíteni, amelybe a tetőt rugalmas szerkezete mellett a húrfesztítés és húrlábnnyomás vitték.” Hogy a hátnál nem egy csomópont képződéséről van szó, azt már bemutattam. Továbbá a hátnál nem lehet hiányzó fesztítésről beszélni, ahogy azt láttuk. A lélek a hátnak a kifelé irányuló nyomásával alapos fesztítést ad; a húrhúzás a hátnál is véghezvisz bizonyos fesztítést. Bemutattam, hogy a húzás és nyomás különös szerény hatást gyakorol a hegedű önhangjára. Magyarázatom a tető és a hát megválasztásához a következő: A tetőfánál nem egyedül a rugalmasság, hanem annak könnyű tömege is nagyon fontos. Minél könnyebb a rugalmas tömeg, annál könnyebb lesz azt rezgésbe hozni. Már említettem, hogy egy könnyű tömeg a rezgéssel is igen hamar felhagy, ha a gerjesztés oka, a hegedűnél a vonóhúzás, megszűnik. Egy rezgő szerkezetnek azonban nem csupán könnyen kell egy rezgésgerjesztésre válaszolni, hanem egy hozzáérítés felhagyása után gyorsan fel kell hagyni a rezgéssel, hogy a következőre válaszolni tudjon. A lucfenyő ezt minden más anyagnál jobban tudja teljesíteni. Savart kijelentése, amelyben joggal hangsúlyozza a lucfenyő csekély tömegét, azonban nem veszi tekintetbe a lemezt felenyvezett állapotban. Mivel a kész hegedűn a két lemeznek csak ugyanazt a hangot (rendszerhangot) adja, ezért nem tudja az anyag különbözőségeit a tetőnél és a hátnál az önhangok különböző magasságaiból teremtett jobb rezonancia-bázist megmagyarázni. A lucfenyő azonban – ahogy láttuk – felenyvezve, azonos vastagság mellett mélyebb önhanggal rendelkezik, mint a juharfa. Ezt a látszólagos hátrányt a könnyebb

⁴⁸ Nem szükséges, hogy közben mindig essen az eső. Ismeretesen a zivataros légkör páratartalma is igen magas.

tömeg mellett a nagy rezgőképességével, amelyet egyetlen más anyag sem ér el, mégis több mint kiegyenlíti. A juharfa, mint sűrűtömegű, keményebb és valamivel csekélyebb rezgőképességű fa felenyvezve magasabb önhangot eredményez. Bár lucfenyővel, nagyobb vastagsággal, középen egy gerenda, a hangmagasságot felülmúló háthangot is elérhetünk. A lélek behelyezésével azonban a gerendahang ehhez a háthanghoz túlságosan közelítene, vagy azonos magasságú lenne vele, miáltal használhatatlan rezgőbázist kapnánk. A rezgőbázis azonban a hát számára a juharfa használata mellett kiválóan kialakítható: a tető mélyebb önhangja – ahogy ez a gerendahangban megmutatkozik – jobban kapcsolatba kerül a rendszerhanggal a mélyebb hangok helyett, a hát a magasabb önhangjával és még magasabb magas háthangjával jelentős szolgálatot tesz a magasabb hangok képzéséhez. Ily módon szélesedik ki a rezgőbázis. Ezt még az is támogatja, hogy a tető középen vékonyabb, mint a hát és így még mélyül a teljes önhangja, miáltal a gerendahang és a háthang a játékra kész hegedűnél jobban eltávolodnak egymástól. A magas önhangok kialakítása egy alsó tető-rezgőfelület (tetőhang) képzésével az *f*-nyílások kivágása következtében kedvezőbb, melyben ezen rezgésterület önhangja a lélek által a hasonló magasságban fekvő háthanggal kapcsolódik össze. A tető számára tehát egyetlen más anyag sem kerülhet szóba, a hát számára azonban már inkább. A régi itáliai mesterek valóban kísérleteztek más hátfával is, így például nyárfával,⁴⁹ hársfával, körtefával stb. Tapasztalat azonban azt tanítja, hogy a juharfa, mint hátfá minden egyéb fa fölé emelkedik, mert magas önhangot eredményezve, jó rezgőképessége mellett vékonyabbra lehet kidolgozni, mint esetleg a hársfát vagy a nyárfát. A magas mellékhang által, ahogy elneveztem, a magas háthang által a rezgőbázis is különösen kedvező lesz a magas hangok és a felhangok számára.

⁴⁹ Stradivari alkalmoszerűen a csellóihoz használta ezt a fát, például hátlemezként az 1711-ből való „Romborg” csellóhoz.

MILYEN INTÉZKEDÉSEKET FOGANATOSÍTOTTAK A FÁVAL, HOGY A HANGOT JOBBÁ TEGYÉK?

Hasonló módon, mint ahogy a régi itáliaiak lakkja minden lehetséges állításra – még a szédelgőkre is – alkalmat adott és ad, úgy történt ez az általuk felhasznált rezgőfával is. Mivel a későbbi követők oly gyakran a látszat szerinti legjobb fával sem értek el kielégítő eredményt, ezért arra a nézetre jutottak, hogy a régi mesterek olyan fát használtak, amilyen már nem létezik. Azt azonban számításán kívül hagyták, hogy későbbi mesterek is építettek alkalmanként olyan hegedűket, amelyek felülmúlták a másodosztályú itáliai hangszereket, és hangzási-
lag gyakran a legkiválóbbaktól sem különböztek.

Önkéntelenül is felvetődik a kérdés, honnan szerezték be abban az időben a faanyagokat? Niederheitmann úgy véli, hogy a régi itáliaiak balzsamfenyőt használhattak a tetőhöz, amely azonban Észak-Olaszországban azóta kipusztulhatott. Ilyen ostobaságot a régi mesterek nem tehettek. Régen tudott dolog, hogy a fa gyantagazdagsága – amivel a balzsamfenyő, ahogy a neve is mondja, bőven rendelkezik – alkalmatlanná teszi a rezgőfa számára történő felhasználását. A rezgőfa hosszantartó szárítással részben elérné a célját, amennyiben a gyanta a levegő hatására elpárologna, vagy beszáradna. Itt azért mégiscsak természetes állapotú fáról van szó.

A 19. században megpróbálták a fa rezgőképességét mesterséges eszközökkel növelni. Ismeretes, hogy Vuillaume időnként égette a fáját, azonban később ezt az eljárást, mint használhatatlant ismét abbahagyta. A mesterséges kezelések általában két útját különböztetünk meg: az egyiknél a fából kiszárítása után még kivonnak anyagokat; a másikon pedig idegen anyagokat visznek be a fába. Az előbbi módszernél például a fát még forró gőzölésnek vetették alá, amit addig folytattak, míg egy erős szagú folyadék bugyogott ki belőle. Arra is emlékszem, hogy évekkel ezelőtt valaki azzal az elmélettel állt elő, hogy a régi itáliaiak rezgőfája úsztatott fa volt; és közben a fa a víz behatása folytán elvesztette a nemkívánatos anyagokat. Tehát a fa egyfajta kilúgozásáról lehetett szó. Nagyobb tetszést arattak azok, akik ellenkező irányban haladtak és a fához még bizonyos anyagokat adtak hozzá. Heron Allen is megemlíti a könyvében (121 old.) egy németet, aki ily módon akarta a hangot jobbá tenni. Az idevágó rész fordításban így hangzik: „Egy bizonyos Weickert, Halle városából – aki elképzelte magának, hogy a hegedűfából a gyantás részek öregedés által eredményezett eltűnése (amely éppen az öregedés nagy előnye!) káros lehet annak tulajdonságaira – a század elején, tehát a 19. században, olyan eljárást alkalmazott, melynek során a hegedűt gyantával oldott fenyőolajban itatta át, hogy a rostokat lezárja. Ez az eljárás a hangszerben természetesen soha többé jóvá nem tehető károkat okozott.”

A legismertebb a dr. Koch drezdai professzor nemrégiben végrehajtott, úgynevezett homogenizáló (egységesítő) eljárása volt. A fa ismeretesen szerkezete következtében nem homogén, vagyis nem minden irányban egynemű, ahogy egy üveg- vagy acéllap. Mindenki ismeri a különbséget a szálirányban és arra merőlegesen vágott fa között a hajlíthatóságuk és törésszilárdságuk tekintetében. Kevésbé ismert a hangterjedés sebességében lévő nagy különbség hosszanti irányban és keresztbe a rostokkal szembe. Savart szerint a lucfenyőnél a rostokkal párhuzamosan ez a sebesség 15-16,5-szer nagyobb a levegő sebességénél; a rostokkal szemben azonban csak 2-4-szer olyan nagy. Homogenizált fánál a rugalmasságarányoknak és ezen keresztül az akusztikai tulajdonságoknak – ahogy az üvegnél és az acélnál – minden irányban azonosnak kellene lenniük. Koch azt állítja tehát, hogy mikroszkópos vizsgálatok során az óitáliai hegedűk fáiból nyert vékony csiszolatokban szaruszerű anyagot találtak, amely áthatolt

a fán és azt homogénné tette. A fát megfelelő, száradó olajokkal beitatva ez az eredmény az új hegedűkön is elérhető lenne. A fa homogenizálásában (ezt a kifejezést Koch először egy hasonló eljárás során használta) látja a régi itáliai hegedűk hangjának a titkát felfedni.⁵⁰

Az előbbi nézetekkel szemben a következőt szeretném érvényre juttatni. A „hegedűtitkok” kutatásához jóval Koch professzor előtt számos esetben igénybe vették a mikroszkópot, azonban figyelemre méltó, hogy senki nem tett említést erről a szaruszerű anyagról. Egy olajos masszával (vagy lakkal) történő beitatással a fa nem válik homogénné, hanem hű marad a természetéhez. A bizonyítékot messzemenőn egyszerű levezetni. Vegyünk egy sima, közép-eresztékkel ellátott és mindenütt egyenlő vastag (kb. 3 mm) négyzetes lucfenyőlemezt. A fának az ereszték mindkét oldalán – ahogy ez a hegedűnél általában lenni szokott – egyezni kell a pásztákban. Ha ezt a lemezt pontosan középen két kis parafa között rögzítjük, és dörzspálcával különböző helyeken megállapítjuk az önhangját, akkor nagy egyenlőséget fogunk észrevenni rajta, nevezetesen a fa szerkezetének a következményét. Természetesen az önhangok mindkét szembe fekvő oldalnál az adott helyeken azonosak, továbbá a négy saroknál vagy az átlókon, a megfelelő helyeken is, mert itt egyenlő feltételek forognak fenn. Ezzel szemben az önhangok a két szembefekvő oldalon attól a két másiktól mindig jelentősen eltérnek.

Ha ezt a lemezt lakkba vagy lenolajba helyezzük, átítatjuk, és utána a telítő anyagot hagyjuk megszáradni, akkor – ha a homogenizálás bekövetkezett – az önhangnak minden neki megfelelő helyen azonosnak kell lenni, például a négy négyzetoldal közepén. Ez éppenséggel nem így van.

Még egyszerűbb az a kísérlet, amikor egy kerek, mindenütt azonos vastagságú, közép-eresztékkel ellátott juharfa lemezt rögzítünk és az önhangokat a pásztákkal párhuzamosan futó átmérők végpontjain, és az arra függőlegesen álló átmérőn határozzuk meg. A két önhang az úgynevezett homogenizálás után kissé közeledik majd egymáshoz. Ha az aránya – mint ez például a 18,5 cm átmérőjű és 3 mm vastag lemeznél – eredetileg egy mértéken felüli kvint volt, úgy ez később egy kvart lesz a tercig. Egy kör alakú, mindenütt azonos vastagságú üveglapnál természetesen az önhangok körös körben azonosak lesznek. Miért kellene egyébként a fának akusztikai vonatkozásban egyneműnek lenni, amely különben nem homogén? Ez még mindig a hosszanti rostok (pászták) irányában sokkal erősebb és például kevésbé olyan törékeny, mint keresztirányban. Esetleg a fánál majd egyfajta homogenitás fellép, ha netalán majd kövületté válik.

Kedvezőtlenül hatna az a körülmény, ha a fa az átítatás folytán jelentősen nehezebbé válna, mialatt a lucfenyő fő előnyeinek egyike éppen a könnyű fajsúly. Ha valaki kifogást akar tenni, hogy nem ugyanazt a telítő anyagot és nem ugyanazt az eljárást alkalmazom, mint Koch professzor, akkor ez a kifogás már helyes lehet; csakhogy az akusztikai bizonyítékot az egyéb eljárással elért homogenizálás számára a legegyszerűbben egy kör alakú falemezzel lehetne szolgáltatni. A homogenizálás, melynek hangnemesítést kellene eredményezni, mégis úgy tűnik, hogy csak a hegedűépítésben felvonultatott jelszavak egyike. Legfeljebb azt mondhatjuk, hogy a fa valamiféle anyagokkal telítve és a lakkozással némileg közeledhet a homogenizáláshoz. A lakkréteg – egyenletes felhordást feltételezve – valóban egynemű. Azonban éppen az egynemű lakk és nem a homogén fa közötti ellentmondásban látok nagy előnyt. Ebben különbözik a fa az egynemű fémről. A hegedűhang azonban nem a fémből, hanem a fára emlékeztet.

⁵⁰ A függelékben majd visszatérek Koch elméletére.

A Hill testvérek többször leszögezték, hogy a Stradivari-hegedűeknek a „brilliant woodiness”, vagyis „a ragyogó hang” alkotja a hang fő ismertető jegyét. Ezzel azt akarják mondani, hogy a hang minden ragyogása mellett arra emlékezzünk, hogy a húrrezgéseket a fa erősíti fel és teszi nemessé. Nem tartom kizártnak, hogy egy hegedű olykor – ha azt a Koch-féle eljárásnak vetik alá – némelyik hangban, amelyek ereje előbb tűnik fel, jobban megszólal és az olaj itt – ahogy a tengerhullámszásnál – csillapítón hat. Egy akusztikailag helyesen épített hegedűnek azonban nincsenek éles hangjai. Az említett olaj hatása a megfigyelésnek megfelelően – amelyet Heron-Allen (21 old.) (és hasonlóan Jak. Aug. Otto) új, olajlakkal ellátott hegedűkön végzett – a lakk még igen sokáig ragadós és rugalmas lett volna. A hang akkor egy módon „burkolt” (mogorva) lenne, hogy az a tapasztalatlan játékosnak, aki hagyná magát megtéveszteni, lágynak és bájosnak tűnne. Bizonyos idő után azonban ez teljesen másként alakulna stb.

Már eleve igen valószínűtlen az a feltevés, hogy a régi itáliai hegedűépítők – akiknek a hegedűi hangzásilag annyira eltérőek – egy egységes eljárásnak köszönheték a sikereiket. Ennek az eljárásnak egységes eredményhez kellett volna vezetni. Az sem lenne érthető, hogy Stradivari hosszú kísérletezés és fáradozás után csak a 60. életévében jutott el a mesteri tudás csúcsára. Tehát munkáját addig csak arra a célra irányította volna, hogyan itassa át legjobban a hegedűit egy olajos keverékkel? Stradivari és Guarneri művészetében lévő különbség a velük egy időben élő harmad- és negyedrangú más mesterekkel szemben feltehetően csak abban rejlett, hogy ez a két cremonai mester a hangszerfáját jobban értette olajjal kezelni, mint a többiek? Százszorta fenségesebb véleményem van a tudásukról. Ez abban nyilvánul meg, hogy a tulajdonságukban oly különböző hangszerfát akusztikailag helyesebb megmunkálással – valószínűleg gyakorlati módon – készségessé tudták tenni, hogy az a kész hegedűtesten a legkedvezőbb feltételeket nyújtsa a hang és a hang szépsége számára. Ezt – különösen a tapasztalati munkamód mellett – igen nehéz lehetett elérni és sokéves tapasztalatot, szorgalmas munkát, de mindenekelőtt nagy tehetséget követelt. Ezzel magyarázható, hogy e két nagy mester művei sem voltak mindig azonos értékűek, hogy egyes hangszereiken még balsikerek is megfigyelhetők. Ha az olajjal való átitatás (telítés) egy „conditio sine qua non” lenne, és a kiváló hegedűhang titkát képeznék, úgy a későbbi időben már sehol nem tudtak volna elsőosztályú hegedűk készülni. Ezt azonban a tények erősen megcáfolják.

Az olajjal történő átitatásnak (telítésnek) mindenestre az volt az előnye, hogy a fa a nedvesség behatásával szemben védetté vált. Ez azonban a belső felületen vékony lakkáthúzással éppen olyan jól elérhető. Az áthúzás olyan csekély lehet, amely alig látható és nem fed le. Gyakrabban alkalmazok ilyen áthúzást, azonban figyelembe veszem, hogy az lehetőleg kevésbé hatoljon be a fába, és ily módon alig növekszik a lemez súlya. Ennél az ártalmatlan eljárásnál a hangzás vonatkozásában sem hasznót, sem kárt nem tudtam megállapítani. Régi hangszereknél hasonló hatást fejt ki, nevezetesen óvja a hangszer a nedvesség káros behatásától, talán még a rostokba behatoló hegedűgyanta hatásától is megvédi.

A homogenizálás gondolatát – fentebb utaltam rá – Max Möckel az írásaiban ismét felvetette, hogy elmondja a lakkozási eljárás hatását. Lakkja egy alapozó lakk, „sárga alap”, egy sárga gyanta alkoholos oldata, amelynek már 22 °C-on van az olvadási pontja (tehát 2-3 °-kal a normál szobahőmérséklet felett) és a fát „át- és átitatja.” Ezen alapozó lakkra egy vörös réteget húzott, amely ugyanabból a lakkból és sárkányvérből állt. M. Möckel szerint Stradivari ezen a módon kezelte a hegedűit. Mivel azonban a sárga lakk a fát „át- és átitatta”, ezért – úgy gondolhatták – a sárga színnek Stradivari hegedűinél belülről napvilágra kellett volna kerülni, vagy legalábbis a törési helyeken láthatóvá kellett volna válni. Ez ideig senki nem látott ebből semmit. A fa átitatása Möckel szerint (134 old.) nem csupán a fa homogenizálását eredményezi, hanem a lemezek önhangjának emelkedését is jelenti. (Egy tetőnek egyébként nincs önhangja az a=870 rezgésektől!). Más lakkok ezt a magasságot nem nyújtják. Ez nagy

tévedés. Messzemenőn biztos, hogy minden lakk a lemez önhangját, különösen a felenyvezettét, megnöveli. Miután bemutattam, hogyan lehet elvégezni, erről mindenki meggyőződhet egy dörzspálca segítségével. Egyébként Möckel fejtegetéseiből nem tűnik ki, hogy a fa „sárga alappal” történő átítatása és a lakkozás milyen befolyást gyakorol a hegedű hangjára. A 134. oldalon olvashatjuk: „Tehát ugyanazon hangszín nagyobb és lágyabb hangját fogjuk elérni, ha a sárga alapozóval elvégezzük a beitatását.” Néhány oldallal tovább azt mondja: „A sárga alap a régi itáliaiak fáját egyneművé tette”... „A fa homogenitása nem eredményez szaporább, tehát lágyabb, hanem megnövelt rezgéseket. Tehát világosabb hangszínt kapunk” Az egyik állítás ellentétét jelenti a másiknak.

16 A LAKK

A hegedűépítés egyetlen kérdését sem vitatják kevesebben, a legmerészebb feltevések tárgyává téve, mint a lakozását; egyik sem szolgált jobban a pénzsóvár és szédítő reklámnak, de egyiket sem kutatták olyan komolyan és szorgalmasan, mint a lakk titkát. Tény, hogy Stradivari és sok más itáliai hegedűépítő által alkalmazott lakkozás minden tekintetben felülmúlhatatlan. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az eredmény elérhetetlen lenne. Azt is kétségbe kell vonni, hogy a régi itáliai hegedűk az első lakkozás után a későbbiekben nem néztek ki olyan megnyerően, mint ma. A lakkáthúzás egyenletes volt; Stradivarinál mindenekelőtt egy sárga alapozó lakk, majd arra rendszerint vöröses aransárga színű lakkréteg volt felhordva. Csak a lehasználódással kapta meg az egyenletes felület a legkülönbözőbb árnyalatokat, amelyek most elkápráztatják a szemet.

Igen előnyös volt a régi lakk számára az a körülmény is, hogy a fa az öregedése során sötétebb színeződést vett fel. Ezt az eredményt mesterségesen elérni nagyon nehéz lenne. A legjobb módszer, ha a fát hosszabb ideig kiteszik a levegő és a napfény hatásának, miáltal sötétebb színt vesz fel. Ez az eljárás azonban hosszadalmas. Mesterséges szerek nem eredményeznének egységes színt; különösen a lucfenyő, amely szerkezete következtében egyenlőtlenül venné fel a színező oldatot. Kissé több sikerrel kecsegtet a kémiai eljárás, amellyel a sötétebb színt kerülő úton érhetjük el. Ennél az eljárásnál azonban fakárosító anyagokat kellene alkalmazni.

Az említett alapvető okok fő indítéka – nézetem szerint –, hogy az itáliai lakkot elérhetetlennek tartják. Minden kísérletnél és összehasonlításnál őszintén meg kellene mondani, hogy az új lakk nem nézhet azonnal olyan jól ki, mint amely több évszázados múltra tekint vissza és ezalatt alapos lehasználódásnak volt kitéve. Stradivari sem végezhetett olyan bűvészmutatványt, hogy az új lakkozása azonnal kétszáz évesnek nézzen ki. Nem hiszem, hogy a későbbi időkben senki ne tudott volna egy hegedűt hasonló lakkozással ellátni; különben a lakk egy Stradivari hangszer eredetiségének biztos ismérve lehetne. A tapasztalat azonban azt mutatta, hogy nem mindig van ez így.

Teljesen eltekintve attól, hogy minden kémiai kísérlet ellenére még napjainkban sem ismeretes a Stradivari lakk összetétele, sőt még azzal sem vagyunk tisztában, hogy olajlakkot vagy spirituszlakkot használt-e. Jóllehet legtöbbször azt a nézetet vallják, hogy a kiváló tulajdonságai miatt olajlakknak kellett lennie, mert a spirituszlakk túl kemény és spröd lenne. Ez azonban álokoskodás. Egyes olajlakkok teljes száradás után majdnem csontkeménnyé válnak, és a padlóra kenve a csizma sarkának is hatásosan ellenállnának. Másrészt vannak olyan spirituszlakkok, amelyek egyéb jó tulajdonságok mellett puhák és rugalmasak. Ez a mindenkori összetételén múlik. Az olajlakk fogalom sem egyértelmű. Ez alatt nehéz olajlakk, amelyben a lenolaj oldotta gyantákat (kopal-lakk, borostyánlakk), vagy úgynevezett illóolajos olajlakk értendő, amelyben terpentinolaj (vagy másfajta illóolaj) bőséges hozzáadása mellett történt meg a gyanták feloldása.

Riechers és mások azt tételezik fel, hogy Stradivari spirituszlakkot használhatott, mert a lakkja spirituszban azonnal, ezzel szemben lenolajban vagy terpentinolajban majdnem egyáltalán nem oldódik. Ez az utóbbi feltevés azonban nem nevezhető bizonyítéknak. Mindenesetre a Stradivari lakk igen érzékeny az alkohollal szemben. Számos olajlakkot – különösen az illóolajost, valamint a gyantát tartalmazót, amely egyúttal alkoholban is oldódik – ugyancsak erősen megtámadja az alkohol. Megállapítottam, hogy az éterikus olajlakkom, amelyet hús-

évvel ezelőtt a francia Mailand útmutatása szerint állítottam össze,⁵¹ még a mai napig is érzékeny az alkohollal szemben.

A fő különbség az olajlakk és a spirituszlakk között – eltekintve az utóbbi gyorsan száradó képességétől – a színező anyagok felvevőképességében rejlik, mint a legfontosabbakat megnevezve: a gummigutti, a sárkányvér és a szantálfa. Mialatt a spirituszlakkhoz igen könnyű hatásos felsőanyagot adni, ez az éterikus olajlakkok, de még inkább a nehéz olajlakkok esetében komoly feladatot jelenthet. Egy fontos körülményre szeretnék rámutatni, amely az olajlakknak – gyakran igazságtalanul – magasabb értéket kölcsönöz. Ha a száradásuk alapján teszünk összehasonlítást, akkor az olajlakk szabály szerint majdnem lágyabbnak tűnik. Ez azonban azon múlik, hogy mit értünk száradás alatt. A spirituszlakknál a felhordást követően rövid idő alatt teljesen elillan az alkohol. A lakkréteg – feltételezve, hogy nem tartalmaz nehezen száradó adalékokat – igen hamar olyan állapotba jut, hogy a benne lévő gyanták alig lennének kiteve változásnak. Ezzel szemben az olajlakknál hosszú ideig, még a látszólagos száradás után is megállapítható bizonyos változás. A valamivel gyorsabban száradó éterikus olajlakknál ugyancsak ez tapasztalható. A terpentinolaj nem illan el maradéktalanul a levegőn, hanem oxigén felvétele közben sűrűfolyós anyag marad vissza belőle, amely csak évek múlva szárad ki teljesen. Tehát ha az olajlakk légyságáról helyes ítéletet akarunk alkotni, akkor azt nem néhány hónap vagy nem fél év elteltével, hanem évek múlva kell vizsgálni. Tapasztalatok alapján leszögezhetjük, hogy számos olajlakk az úgynevezett száradása után még mindig olyan lágy maradt, hogy a húrlábnomással szemben is érzékeny volt, és csak több év elteltével vált teljesen merevvé. Az adott hangszer számára ez hátrányt jelent. Ebből az okból a kopált és a borostyánt, mint lakkadalékokat, teljesen alkalmatlannak tartom. Egyébként Stradivari ezt a két gyantát egyáltalán nem használhatta, mert az ő idejében azokat még nem tudták kellőképpen feloldani.

A hegedűirodalomban mégis gyakran esik szó Stradivari és Stainer borostyánlakkjáról! A sellak fő alkotórészként szintén használhatatlan a spirituszlakkhoz, mert túlságosan keménnyé teszi a lakkot. Ha azonban Drögemeyer (180 old.) csak azért vetette el a spirituszlakk használatát, mert az fő alkotórészként sellakot tartalmazott; akkor viszont nem értem meg a végkövetkeztetését. A spirituszlakknak egyáltalán nem szükséges sellakot tartalmazni, és jobb ha teljesen kimarad a hegedűlakkból.

Ezek után nem olyan könnyű, és teljes bizonyossággal talán soha nem lehet eldönteni, hogy Stradivari olajlakkot vagy spirituszlakkot használt-e.

A régi cremonai lakkot felfedezni tűnő egyének minduntalan visszatérő kijelentései tudatos vagy tudatlan szélhámoskodásnak minősíthetők. Bár ha valaki ismét valóban felfedezte volna ezt a lakkot, az még mindig nem tudna hozzá bizonyítékot szolgáltatni. De nem kizárt, hogy valaki a lakkja összetételével és a felhordás módszerével olyan lakkozást ér el, amely később sikeresen versenyezhet a legjobb itáliai lakkal is. Nézetem szerint a lakk-kérdést a hegedűépítésnél megilleti az a meg nem szűnő fontossága, amelyet rendszerint tulajdonítanak neki.

Igen valószínűtlennek tűnik, hogy a lakk összetétele a régi itáliai mesterek idejében titok lehetett, mert akkoriban a hegedűépítők között ez teljes általánossággal ismert volt. Az egyes mestereknél azonban a különböző alkotórészek részarányának ismeretében, valamint a felhordás módszerében nagy eltérés lehetett, és ezzel magyarázható az a sokféle különbözőség. Stradivarinál még színében sem találjuk mindig ugyanazt a lakkot. Hill testvérek adatai szerint, akik számos odaillő megjegyzést tesznek a régi lakkal kapcsolatban, a Stradivari lakk

⁵¹ Ez a könyvecske (lásd, irodalomjegyzék) véleményem szerint még mindig a legjobb, mely a régi itáliai lakkal foglalkozik.

receptje még Stradivari egyik utódának, az 1901-ben elhunyt Signor Giacomo Stradivari-nak a kezei között lehetett. De hol maradt az, és kinek a birtokában lehet most? Figyelemre méltó az angol Charles Reade-nek a régi cremonai hegedűkön végzett megfigyelése. Eszerint Stradivari lakkja egy sárga, a fába behatoló, alapozó olajlakkból állhatott, amelyre alkoholos sárkányvértoldatot hordtak fel. Ezzel magyarázható a vörös felső réteg sprődsége, amely gyakran hajlamos a lepattogzásra. Ha a Hill mű első kiadásában (90 old.) az „Arald”-hegedű hátának fényképét megnézzük, úgy ez az állítás némi valószínűséget nyer, mert itt a vörös lakk a megsérült helyeken a sárgától erősen elüt és a vörös réteg lepattanni látszik. Más hegedűinél azonban a színek átmenetei fokozatosak, és a világosabb helyek, mint egy természetes lehasználdás következményei, jobban megmutatkoznak. A Hill testvérek egyébként nem osztották Reade nézetét, mert a Stradivari-lakk nyilvánvalóan egynemű, tehát nem egy olajlakkra felhúzott alkoholos gyantaoldat, hanem csupán olajlakk lehet. Ebből ismét láthatjuk, hogy az elismert szakértők ítéletei is mennyire eltérnek egymástól.

A lakkozás utáni hegedű c. fejezetben bemutattam, milyen nagy befolyást fejt ki a lakk akusztikai tekintetben. Lakkozás után valamennyi önhang jelentősen megnövekszik, úgy hogy a hegedű most másként fog megcsendülni. Ez a hatást azonban nem csak egy bizonyos meghatározott lakkfajtára vonatkozik, hanem ez teljesen általános jelenség. Természetesen azt sem mondhatjuk, hogy az egyes lakkfajták nem tételeznek fel bizonyos különbségeket a hangkarakterben. A túl kemény lakk a legjobb építési mód mellett is elronthatja egy hangszer hangját, mert a hangot keménnyé teszi. A túl puha és vastagon felhordott lakk viszont letompítja a hangot. Mindenesetre őrizkedni kell az ilyen végletes dolgoktól.

A Hill testvérek odáig mennek, hogy a lakk szerepét az első helyre rangsorolják a hegedűépítésben, amivel egyáltalán nem tudok egyetérteni. Nézetük szerint a Stradivari hegedűk nagymértékben a lakknak köszönhetik kiváló tulajdonságaikat, és ez különbözteti meg a hangszereit a többiekétől. A régi itáliai lakkoknak – ahogy nekem joggal tűnik – nincs egységes jellegük az alkotórészek arányait és a felhordás módszerét illetően. A Hill testvérek állításuk bizonyításához – ami egyébként ráadás, hogy a jó lakk a nem rossz anyag kifogástalan alkotását kiegészíti – más mesterekkel tesznek összehasonlítást. Így a Guarneri del Gesù-hegedűknek teljesen más hangkarakterük, mint a Stradivari hangszereknek, még akkor is, ha gyakorlatilag az építésben ugyanazt az irányvonalat követték. A Vuillaume hangszerei és Amati-másolatai, ugyanazon lakk felhasználásával szintén majdnem egységes hangkarakterrel rendelkeznek, amelyek azonban eltérnek az eredetiekétől. J. B. Guadagnini a hegedűit hasonló elvek szerint építhette, mint Stradivari, mégis más hangjuk van. A különbség oka a lakk és a felhordás módszerbeli különbsége lehetett. Ezt a következtetést természetesen nem merem megreszkírozni.

Meg vagyok róla győződve, hogy Stradivari és Guarneri hangszerei akusztikai vonatkozásban, vagyis önhangban, gyakran jelentősen különböztek egymástól. Már a sokkal nagyobb Guarneri *f*-nyílások is megváltoztatták a rendszerhangot (léghangot), és ennek következtében a hangkarakter is megváltozott. A módszerem szerinti pontos akusztikai vizsgálat bizonyára kimutatná az eltéréseket. Vuillaume kópiái elsősorban teljesen külsődleges és nem akusztikai utánzatok. Vuillaume, aki jó megfigyelő érzékkel rendelkezett, bizonyára felismerte, hogy pontos másolatokkal sem juthat előbbre, és saját elgondolásait vitte be a hegedűépítésbe. Ezzel magyarázható, hogy különböző mesterek másolatai hasonló hanggal rendelkezettek. Hillék másik megfigyelése (135 old.) egyébként rámutat, hogy Vuillaume a másolatait egyáltalán nem vette olyan pontosra, mely szerint a csellók építésénél legtöbbször a Duport-csellót választotta mintául, anélkül, hogy pontosan tartotta volna magát a példaképhez.

A Hill testvérek a lakk kiváltságos helyzetére vonatkozó szemlélettel igen rosszul harmonizálnak Stradivari törekvéseinek fejtegetésével a hangzás tekintetében. Egy teljes, igen érdekes fejezetük („Stradivari’s Aims in Relation to Tone”) foglalkozik ezzel a kérdéssel, anélkül, hogy a lakkot egyáltalán megemlítenék.

Tapasztalhatjuk, hogy milyen különböző a mesterek hangszerein lévő hang, különösen egyes korszakokban, mint ahogy a „Betts” évében (1704), amikor Stradivari már 60 éves volt, hosszas kísérletezés után megváltoztatta a hangkaraktert és csak a jelentőseket tartotta meg. „A ‘Betts’ évtől kezdve minden további nélkül nyilvánvaló, hogy Stradivari a hegedűi számára a hangzási és akusztikai építés alapelveivel célhoz ért. Ezek az elvek pályafutásának végéig szolgálták” (160 old.). Ettől kezdve tehát kitartott a hangkutatásai során kialakított elvek mellett. És ezek az elvek – véleményem szerint – az anyag megváltoztatása mellett mindenekelőtt a lemezek helyes kidolgozására vonatkoztak. Itt minden követelményt betartott! Teljesen apró, talán jelentéktelennek tűnő különbségeknek is nagy akusztikai hatásuk lehet. Ha e tényezőknél a lakkozásnak nagyobb fontosság járna, akkor a fenti mondatnak – gondolom – valahogy így kellene hangzani: „A ‘Betts’ évtől kezdve nyilvánvaló, hogy Stradivari a legjobb lakkösszetétel és a felhordás legjobb módszere mellett beérkezett” stb. A Stradivari lakk már a „Betts” előtti években is kitűnő, a hangeredmény pedig ugyanaz volt. De ha az 1704-es év előtt más volt a Stradivari hegedűk hangkaraktere, a lakk pedig ugyanaz maradt, akkor a lakk nem játszhatott elsősorú szerepet a Stradivari hangszerek hangjánál. A mestert teljes munkálkodásának ideje alatt az nem akadályozhatta, hogy a készítményei ne legyenek mindig kiválóak.

Foglalkozzunk most azzal a fontos kérdéssel, hogy melyik lakk, az olaj- vagy a spirituszlakk felel-e meg legjobban a hegedű lakkozásához. Az egyik vagy másik nagyobb szépségének szempontját kapcsoljuk most ki, mert eszerint nem egyszer jelentős különbségek találhatók az itáliai hegedűknél. Egy spirituszlakkot úgy összeállíthatunk, hogy az a régi itáliai lakk számos előnyével rendelkezzen – ha éppen az újdonságát vesszük tekintetbe. Az egyik vagy a másik előnyeinel csak a hangzási előnyökről lehet szó. Saját kísérleteim szerint leszögezhetem, hogy az olajlakk egy valóban jó, rugalmas spirituszlakkal szemben semmiféle előnnyel, még a kinézet vonatkozásában sem rendelkezik. Ha az olajlakkot túl vastagon hordják fel, amely veszély rendszerint a csekélyebb színintenzitásból adódik, úgy ez alatta marad a spirituszlakknak. Tehát a lakkfajtáktól mindenekelőtt hatásos színezést kell követelni és gondját viselni, nehogy túlságosan vastagon legyen felhordva.

Az immár általam egyenként kikísérletezett biztos tényekből – hogy minden lakknak meg kell változtatnia a hegedű akusztikáját és annak hangját – számos dolog kijelenthető. A gondolkodó hegedűépítőknek már kezdettől fogva feltűnt, hogy lakkozás előtt másként szól egy hegedű, mint lakkozás után. Azt azonban senki nem tudta, hogy min alapul ez az akusztikai eltérés. Ezért számos hegedűépítő egyenesen ellenséget látott a lakokban. Drögemeyer (178 old.) miután megállapította, hogy a lakkot a legkiválóbb hegedűépítők – Stradivari és Guarneri – csak konzerváló- és szépítőeszközként használhatták, kijelentette, hogy: „Egyetlen lakk sem tudja – bármilyen jól legyen az alkalmazva – egy hangszer eredetileg jó hangját megnevesíteni, legfeljebb csak elrontani!” Számos hegedűépítő hasonló, kellemetlen tapasztalatokat szerzett a lakkjával, és így, mivel a tulajdonképpeni okok rejtélyesek voltak, következetesen kialakították magukban az itáliai lakkok felülmúlhatatlanságának dogmáját, különösen akusztikai vonatkozásban. Vegyünk csak egy gyakorlati példát! Egy hegedűépítőnek volt egy erőteljes rezgőlemezekkel rendelkező, körülbelül az általa használt normál vastagságú hegedűje – amíg a lakkozásig elkészült vele. A léghangon kívül semmit nem tudott a hangszer önhangjairól. Ezek azonban, mivel a lemezek világosan csengő anyagból voltak, már a lakkozás előtt meglehetősen magas fekvésben álltak. A tetőnek $d^2/cisz^2$, a hátnak (meg-

emelt) **cisz**² hangja volt. Amikor a hegedű ideiglenesen játékra kész állapotig elkészült, a gerendahang mintegy **b** vagy **b**¹/**a**¹, a háthang **cisz**², a magas háthang **f**², valamennyi eléggé ki volt képezve. A hang kielégítő volt. Ezután a hegedűt normál keménységű lakkal lakkozta. A hegedűépítő által ismeretlen önhangok most természetesen magasak voltak: a tetőhang majdnem **disz**², a háthang **d**²/**cisz**² stb. A hegedűt a lakk száradása után játékkészre készítette, és akkor jelentős hangromlás mutatkozott, különösen a g-húron, melynek hangja jellegtelen, gyenge volt és orrhangúvá vált. A mester szerinti logikus következtetés a következő volt: „A lakkom lerontotta a hangot, tehát még nem rendelkezem az igazival, különben a hegedűm most nem szólna rosszabbul. Stradivarinak éppen a megfelelő lakkja volt.”

A rosszabbodás azonban azáltal történt, hogy a lakkozás előtt az önhangok felfelé már majdnem a legkülső határon feküdtek, és lakkozás után ezt a határt jelentősen átlépték. A hegedűnek tehát rosszabbul kellett szólni. A lakk ennek a rosszabbodásnak csak ártatlan indítéka, mélyebb oka azonban a célszerűtlen építési mód volt.

Legtöbbször azonban nem szükségszerűen alakulnak ki az ilyen kedvezőtlen eredmények. Még a fordítottja is lehetséges. Példa erre: Egy hegedű, amelyik puhább fából, vékonyabb lemezzel készült, mint az előbbi, lakkoztatlanul túl sötéten szólt. A hegedűépítő ezért azonnal elhatározta, hogy a következőnél majd valamivel jobban megnöveli a favastagságot. A hegedűn játékra kész állapotban mintegy (megemelt) **g**¹ gerendahang, **h**¹ háthang, **d**² magas háthang és **c**¹/**h** rendszerhang volt megállapítható. Ezután lakkozta a hegedűt, és száradás után felszerelte. Most meglepő javulás mutatkozott a hangokban: Már nem volt olyan sötét, a g-húrnak hangzatos ereje volt, és a húrok kiegyenlítően szóltak. Az önhangok most – a hegedűépítőnek tudatlanul – természetesen magasabban feküdtek: **gisz**¹/**a**¹ gerendahang, **c**²/**h**¹ háthang, mintegy **disz**²/**e**² magas háthang és **c**¹ rendszerhang volt. Az önhangok először túl mélyen feküdtek és a hegedű túl sötéten szólt, most a lakkozás után használható eredmények adódtak. A hegedűépítő természetesen észrevette, hogy a javulás a lakkozás után következett be. Ha optimista volt, akkor azt hitte, hogy felfedezte a Stradivari lakkot, azonban egy későbbi alkalommal, egy elhibázott vállalkozás következtében ismét kétségbe vonta a lakkja kiválóságát. Ez a balsiker talán már a következő hegedűnél bekövetkezik nála, ha a lemezeket, amelyekhez ezúttal világosan zengő fát választ, vastagabbra veszi.

E gyakorlati példákkal azt akartam érzékeltetni, hogy a lakk valóban képes lehet az embert félrevezetni. Így alakulhatott ki a szakemberek körében az a mese, hogy a lakk tisztázhatja a hang titkát, és erről ma a legtöbb avatatlan meg van győződve, vagy legalább is ezt fecsegi. Azonban kellett valami alapjának lenni a kiváló itáliai hegedűk hangszépségének. És ennél Bagatella nem egyszer a lakkot említette!

A magam részéről nem ellenséget, hanem barátot látok a lakkban; csak már előre számításba véve, hogy helyesen beállítva kell használhatóvá tenni. Akkor a hegedű, lakkozás után mindig jobban szól olyan tekintetben is, hogy a hang a továbbiakban nem fog tompán (fahangúan) megjelenni. Ha a hegedű a lakkozás után nem szól jobban, mint előzőleg, akkor a munkám nem tekinthető sikeresnek.

Végezetül szabad legyen egy költői kérdést még feltennem: Miért nem használták az itáliai hegedűépítők a klasszikus idő után már azt a lakkot, amely több évszázadon át olyan kiválónak bizonyult? Már Stradivari pályafutása vége felé számos hegedűépítőnél rosszabbodás mutatkozott a lakkozás terén. Látszat szerint Guarneri del Gesù és Carlo Bergonzi is csekélyebb súlyt fektetett a lakkra és a lakkozás kivitelezésére. Hill szerint (186 old.) a régi cremonai lakk utoljára Mailandban, 1760-ig volt fellelhető; Turinban, kétségtelenül Cozio di Salabue gróf javaslatára, Johann Baptista Guadagnini (1780/84) még alkalom adtán alkalmazta, hogy azután nyomtalanul eltűnjön.

Guadagnini olyan lakkoknak teremtett utat, amelyek új gyártási módszerekkel készültek, olcsóbban és könnyebben voltak beszerezhetőek, gyorsan száradtak és valószínűleg kevesebb vesződséggel lehetett felhordani a lakkot. Mivel a hegedűépítés művészete, amely Stradivarinak a fejedelmek és királyok részéről még anyagi jólétet és elismerést nyújthatott, már hanyatlóban volt. A hegedűépítőknek csekélyebb haszonnal kellett beérni, termékeiket gyorsabban kellett elkészíteni. Ezért nem helyeztek talán olyan nagy súlyt egy szép lakkozásra, amely már nem ígért magasan csengő jutalmat. Az okok részben már Guarneri idejében is meglehettek, aki ismeretekben és tudásban felért Stradivarival, de csak jóval a halála után kaphatta meg a neki kijáró megbecsülést, amelyet az élet mindig megtagadott tőle.

17 A HÚRREZGÉSEK

Helmholtz és más akusztikusok a húrrezgések kutatásával meglehetősen kimerítően foglalkoztak, ezért ezzel kapcsolatban kevés vizsgálatot végeztem. Mivel a húrrezgések a hegedű teljes akusztikája számára nagy jelentőséggel bírnak, úgy gondoltam, hogy a teljesség kedvéért a legfontosabbakat mégis meg kell említenem. Fejtegetésemben elsősorban a vonós hangszerek húrrezgéseinek taglalását tartottam szem előtt. Ahogy ismeretes, egy rezgő húr (vagy húrrész) hangmagasságát annak hossza, feszsége⁵², vastagsága és specifikus súlya⁵³ határozza meg. Milyen szerepet játszik például a specifikus súly? Gondol-e a hegedűjátékos arra, hogy a nagy specifikus súly miatt az e-acélhúrt sokkal vékonyabbra (átmérőben közel a harmadára) kell vennie, mint az e-bélhúrt.

A húrrezgések rezgésarányait igen tökéletesen és áttekinthetően alakították ki. Helmholtz (64 old.) azt mondja róluk, hogy egyetlen kis hangzó testnél sem lehet az elméleti számítást és a valóságot úgy egybevetni, mint ahogy a húroknál. A rezgő húr mintapéldát képez a harmonikus felhangok hangzás-keletkezése számára. A harmonikus felhangok gazdagságától függ a húrhang szépsége. Minden hang, vagy helyesebben kifejezve, a húr minden hangja a különböző egyszerű hangok keveréke, melyeket a rezgő húrról alosztályokkal idéznek elő. Ezek a hangok az alaphang rezgésszámának többszörösével rendelkeznek. A hangok közül az első, az oktáv az alaphanghoz vagy az első felhanghoz a rezgő húrhossz felezésével adódik; a második felhang, amely a teljes húrhossz (három részre osztása) harmadolásával keletkezik, és eszerint az alaphang háromszoros rezgésszámával rendelkezik. Tehát a duodezimát képezi ehhez, vagy a kvintet az első felhanghoz. Ha így tovább megyünk, akkor harmadik felhangként a kvartot kapjuk a másodikhoz; negyedik felhangként a tercet a harmadikhoz; ötödik felhangként a kis tercet a negyedikhez és így tovább. Látjuk tehát, hogy a felhangok a szakaszaikban mindig közelebb húzódnak egymáshoz. Végül diszharmonikus szakaszokat képeznek: egy nagy egészhangot, egy kis egészhangot és a tizenötödik felhangnál már csak egy félhangot. Mivel a felhangok egy hangzás részeként vannak jelen, ezért részhangokról vagy részleges (parciális) hangokról beszélünk. Emellett azonban az alaphangot, mint a legfontosabb részt természetesen beszámítjuk. Eszerint a második parciális hang az első harmonikus felhang, a harmadik parciális hang a második felhang és így tovább.

⁵² A feszítést legegyszerűbben egy súly fejezi ki, amely a húzásával képes, hogy a húrhossz a nyereg és a húrláb, illetve a húrláb vagy a ráhelyezett ujj és a húrláb között a kulcs forgatása helyett megadja a kívánt hangot. Az egyenként fogott hangoknál a feszítésnek elméletileg azonosnak kellene maradni; a húrok lenyomásakor kissé megnövekszik, úgy hogy ezt a megnövelt feszséget az adott húrrész kissé nagyobb hosszával kell kiegyenlíteni. A feszítésnek természetesen semmi alkotó szerepe nincs a darab hosszával a húrláb és a húrtartó és ugyanolyan kevéssé a nyereg és a húrkulcsok között. Ezért Riechers részéről nagy tévedés, ha azt mondja, hogy a húrok feszsége nem nyújt semmit a húrlábtól a nyeregig – ahogy sok más tévedést átvettek –, hanem a húrtartó nyeregtől a húrkulcsig, és a húrtartó hosszán keresztül, illetve a húrláb alatt található húrdarab a feszítésre és a húrnyomásra kihatnak.

⁵³ A körülfont húrokat ennél elkülönítve szemléljük, mert két különböző anyagról van szó. A fém-szállal való körültekerés súlyával lenyomja a bélhúr hangját.

A hegedűjátékos vagy a csellista a felhangokat egy alaphanghoz könnyen tudja képezni, ha a teljes húrhosszt 2, 3, 4, stb. részre tagolja és a megfelelő Frageolet-(üveg)hangokat játssza, melyek közül azonban mindegyiknek ismét megvannak a maga felhangjai is. Ekkor a cselló a-húrjánál (a hegedű vagy a mélyhegedű húrjánál mind ezt egy oktávval magasabban): $a, a^1, e^2, a^2, cisz^2, e^3, g^3, a^3, h^3, cisz^4$ stb. Így megkapjuk a következő táblázatot:

hang	parciális hang	felhang	rezgésszám (n)
a	1.	(alaphang)	$n = 217,5$
a^1	2.	1.	$2n = 435$
e^2	3.	2.	$3n = 652,5$
a^2	4.	3.	$4n = 870$
$cisz^2$	5.	4.	$5n = 1087,5$
e^3	6.	5.	$6n = 1305$
g^3	7.	6.	$7n = 1522,5$
a^3	8.	7.	$8n = 1740$
h^3	9.	8.	$9n = 1957,5$
$cisz^4$	10.	9.	$10n = 2175$

Hogyan kell tehát a húrnak rezegni, ha parciális hangokat hoz létre? Világos, hogy egy pont az egyes rezgések teljes sorát ugyanabban az időben nem tudja végrehajtani. Sokkal inkább keletkezik az egyes hangok hullámának egymás fölé helyezkedése (szuperpozíció) által egy eredő (resultierend) rezgésgörbe, ahogy azt az ábra mutatja.

Fourier fizikus törvénye szerint egy ilyen eredőt matematikailag megfordítva bármikor fel lehet bontani az egyszerű hangok (parciálhangok) egyes rezgésgörbéire. Valóban csodálatos, hogy a fülünk önmagában képes egy hangot egyszerű részhangjaira bontani, mégpedig az alsó felhangoknál könnyebben, mint a magasaknál, mivel általában a felhangok ereje felfelé hanyatlik. Csak jó zenei hallás és mindenekelőtt gyakorlat kell hozzá, hogy egy hangzásnál a felhangokat kihalljuk.

A fülünknek eközben a Helmholtz által először alkalmazott rezonátorral nyújthatunk támogatást: Üres üveg vagy fémgömb két nyílással ellátva. A nagyobb nyílás a kívülről jövő hanghullámok felvételére szolgál. A kisebbet egy tölcserforma illesztődarabbal be lehet vezetni a fülbe. Az ilyen rezonátor levegőjének meghatározott hangja, azaz önhangja van. Ha a rezonátort az egyik fülünkbe behelyezzük, a másik fülünket pedig befogjuk, akkor erőteljesen halljuk a rezonátor önhangját. Miután ez felhangzik, más hangok csak mérsékelten fognak megjelenni. Ily módon a hangkeverékből egy meghatározott, a rezonátor önhangjának megfelelő felhang világosan kihallható.

A hangok erősségük, hangmagasságuk és hangszínük szerint különfélék lehetnek. A hang ereje, ahogy a fülünk felfogja, független a rezgések távolságától, a rezgő tömegtől és a gyorsaságtól. Azonos hangnál – a hegedű egyik húrján gyengébben vagy erősebben játszva – az erő

különbözősége csak a csúcserőben rejlik. Különböző hangmagasságú hangoknál – a vonóvezetés ugyanazon erő kifejtése mellett – a magasabbnak bár kisebb amplitúdója (kilengése) van, azonban a rezgések nagyobb sebességgel történnek meg, és ezért a kisebb amplitúdó ellenére ugyanaz lesz a hangerőssége, mint a mélyebbnél nagyobb amplitúdóval.

A hangmagasság egyedül a rezgések számától függ.

A hangszínre az a sajátosság vonatkozik, amely az egyes hangokat megkülönbözteti, például, amelyeket a zongora, a vonós és fúvós hangszerek, az emberi hang stb. létrehoznak. Ez a sajátosság – ahogy Helmholtz rámutatott – az egyes felhangok erejének és magasságának létezésén nyugszik. Egy jó muzikális, használható hangzásnál mindenekelőtt az alaphangot erősen kell kialakítani. Ekkor a hang telt, ellenkező esetben üres lesz. A rezgőbázist tehát – ahogy a hegedűnél bemutattam – úgy kell képezni, hogy az elsősorban az alaphangot erősítse fel. Egy felhangok nélküli egyszerű hang, bár lágyan és kellemesen, de erőtlenül csendül meg. Azok a hangok, amelyeket ezzel szemben az alsó felhangokkal mintegy a hatodik mérsékeltebb erősségekben kísérek, zengzetesebbek és muzikálisan értékesebbek. Ide tartoznak a zongora, a nyitott orgonasípok stb. Ha a magasabb felhangok a hatodik és a hetedik fölött igen világosan szerepelnek, akkor a hang éles és rekedt lesz. Ha azonban nem túl erősen lépnek fel, akkor megemelkednek, anélkül, hogy disszonáns hatást idéznének elő, a hangzások kifejezőképessége és fénye, ahogy a vonós hangszereknél, oboánál, fagottnál, az emberi hangnál stb. történik. Helmholtz azonban úgy véli (341 old.), hogy lágy, énekes melódiák a vonós hangszerekhez – hangzásuk erőssége miatt – kevésbé illenek és zenekarban jobb szerepet játszanak a fuvolák és klarinétok. Ezt a nézetét sajnos nem tudom helyeselni, de rajtam kívül a nagy zeneszerzők is más véleményt képviselnek.

A legjobb vonós hangszernél a szóban forgó felhangok erőssége azonban kevésbé tűnik szembe. Mily pompásan csendül fel a csellón a szerelmi motívum a Valkűrben! Hozzáillőbb lenne-e ezen a helyen a fuvola vagy a klarinét? Azt hiszem, hogy nem!

Látjuk tehát, hogy a hangszínt az a rezgésforma határozza meg, mely a harmonikus felhangok képzésében nyilvánul meg. Maguk a felhangok kialakítása az alábbiaktól függ:

1. A húrok anyagától és vastagságától.
2. A gerjesztés jellegétől (ütik, pengetik vagy vonóval húzzák meg a húrokat).
3. A gerjesztés helyétől.

A húrok könnyű anyaga és csekély vastagsága elősegíti a felhangok képződését, mert a húr az alsó szakaszban könnyebben tud rezegni, ezért ugyanolyan vastag bélhúr könnyebben képezhet magas felhangokat, mint egy fémhúr. A felhangok könnyebb képzésénél és könnyebb megcsendülésénél a vékonyabb húr gyengébb hangot fog adni. A hegedűjátékosnak tehát a hangszerén az optimális arányt kell létrehoznia, és a húrok helyes vastagságát ennek megfelelően válassza meg. Ügyeljen rá, hogy a húrok minden része teljesen egyenes (kvinttiszta) legyen, nehogy csupán tiszta szakaszt adjanak, hanem a szakaszok által tiszta, harmonikus felhangokat tudjanak létrehozni.

A zongorán kalapáccsal megütött húrjaink vannak. De mert tapasztalat szerint a leütés egy sarkos kalapáccsal, a hirtelen hegyesszögű kiképzése miatt a húrokon magas, erős felhangokat váltana ki és a hangot túl fémessé, és kalimpálóvá tenné, ezért a zongora-kalapácsokat vastag filcréteggel vonják be. A vonós hangszereknél némelykor az ujjal megpengetett húrokról (Pizzicato), de mindenekelőtt a vonóval meghúzottakról van szó. A pengetett húroknál a gerjesztés helye nem lehet olyan közel helyezve a húr végéhez, mint a megütött húroknál (zongora) vagy a vonós hangszerek meghúzott húrjainál. Egy erőteljes hang létrehozásához a

megpengetett húrt lehetőleg távol kell vinni a nyugalmi helyzetétől, és akkor gyorsan el kell engedni. A rezgés energiája gyorsan csillapodik, és az amplitúdója nagyon hamar fog csökkenni. A felhangok kialakítása számára jelentős az a forma, amely a húr elengedésekor a megfogott helyen mutatkozik. Ha ez hegyes, mint amelyet fémstifttel pengetnek meg, akkor magasabb felhangok adódnak, mintha a húrt ujjal pengettük volna meg. A tetőnek könnyen gerjeszthetőnek kell lenni, hogy a rezgő hát a megpengetett húrok hangját lehetőleg felerősítse. A lélek jelenléte itt nem lenne hasznos, inkább károsítón hatna, mert az egyik oldal rezgéseit túlságosan fékezne. Ha a lélek előnytelen, akkor a húrláb sem jelenthet hasznót. Ezért a gitároknál és a lantoknál a húrokat közvetlenül a tetőre enyvezett keresztlécen rögzítik, amely biztosítja a tető és a húrok közvetlen kapcsolatát. Ez úgy is felfogható, hogy a hegedűnek megpengetett (Pizzicato) hangjai szegényesebbek és igen gyorsan elhálnak. Lélek nélkül jobbak lennének, mert akkor a könnyen gerjeszthető tetővel hosszabb együttrezgésbe hozhatnánk.

A megpengetett vagy megütött húrok rövid ideig tartó rezgéseikkel és hangerejük gyors csökkenésével szemben a vonós hangszereknél tartós eredményről van szó. A húrok felett vezetett vonó a hangot ugyanabban az erősségben hosszabb ideig tartja ki; tetszés szerint megnövelheti, gyengébbé is teheti, tehát hasonlóan alakul, mint az emberi hangnál. A húr fölött meghúzott vonó, illetve a hegedűgyantával bedörzsölt vonószőr, az általa érintett helyet, a vonóhúzás sebességével annyi ideig viszi magával, amíg a húr a benne fokozódott feszültség következtében, nagy gyorsasággal visszaugrik, majd ugyanez a játék folyamatosan megismétlődik. A húr ezt a visszafelé mozgást gyorsan befejezné, ha a vonószőr nem kényszerítené újabb elmozdulásra. Valószínűnek tartom, hogy ennél az egész folyamatnál a vonószőr is bizonyos szerepet játszik. Ha a szőrök a húrt megfogják, mialatt a húr kissé megnyúlik, ezután némi lazulást hagynak neki, amíg az a rugalmasság következtében nagy gyorsasággal visszaugrik. A vonószőrök tehát hosszanti rezgéseket fejtenek ki. Ehhez minden további nélkül egy jó, rugalmas vonópálcára van szükség.

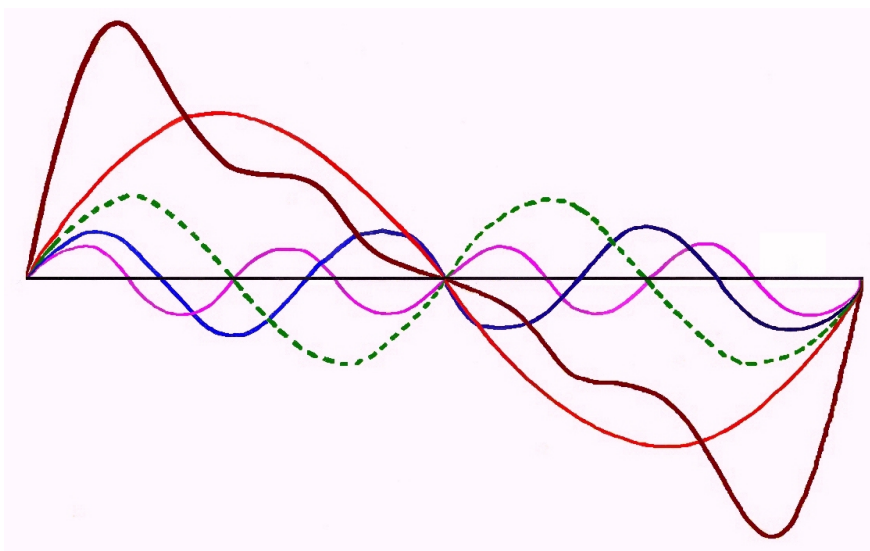
A gerjesztés helye nagy jelentőséggel bír a hangszín számára, ez pedig érvényes ez a gerjesztés minden fajtájára. Ennél az angol Young által föllállított fontos szabály kerül alkalmazásra: Ha egy húrt egy ponton, a flageolet hangjainak (felhangok) egyik csomópontján megpengeted vagy megütöd (és, ahogy Helmholtz hozzáfűzte, megdörzsölöd), akkor a húr azon egyszerű rezgésformái, amelyek az érintett ponton egy csomóval rendelkeznének, a húr összes mozgásában nem tartalmazza. Tehát például, ha egy húrt középen gerjesztünk, akkor minden páros parciális hang kiesik, mert valamennyinek középen egy csomópontjuk lenne. A parciális hangok hiánya tompa vagy orrhangot eredményez. Ha a húrhossz egyharmadát gerjesztjük, akkor a 3, 6, 9. stb. parciális hangok fognak hiányozni. Helmholtz szerint a húr mélyebb hangjainál azok a legcélszerűbb meghúzási helyek, amelyek egy rezgő szakasz a hossz $\frac{1}{10}$ -tól $\frac{1}{12}$ távolságára fekszenek a húrlábtól. Magasabb fekvésben – ahol a rezgő levágások kisebbek – e szabály alkalmazásával a húrlábhoz túl közel kerülnének. Tehát a rezgő hossz $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{6}$ távolságán maradunk a húrlábtól. Ha a vonóhúzáskor túlságosan közeledünk a fogólaphoz, akkor hiányzik a húrhangban az ötödik vagy hatodik parciálishang, és ez által a hang kissé nyomottá válik. Ha mértéken felül közelítünk a húrlábhoz, és csak enyhén nyomjuk a vonót, akkor az első alaphangból a húr első flageolet hangja jön létre. Könnyed és gyors húzással ezen a helyen, amely húrhossz $\frac{1}{20}$ -ad távolságára van a húrlábtól, némelykor csak a magas oktáv adódik, mert a húr közepén egy csomópont keletkezik. Ha valamivel jobban rányomjuk a vonót, akkor emellett még az alaphang is érvényesül. A játékos ennek folytán – kezügyesége révén – a két hang egyikét vagy másikat erősebben előtérbe helyezheti.

Igen érdekesek és tanulságosak a Helmholtz-féle adatok. Úgy gondolom azonban, hogy a vonóvezetés ráhatásának jelentőségét a felhangok képzéséhez – eltekintve az éppen említett kísérlettől – általában túlbecsülte. Azt hiszem, hogy a meghúzás helye a húrláb közelében, amelyeknek mindig a rezgő húrdarab hossza szerint – ahogy Helmholtz is megállapította – kissé módosulni kell, empirikusan adódik, mégpedig kevésbé egyik vagy másik felhang kialakítása miatt, mint a hang, mindenekelőtt az alaphang leghatékosabb – vagy esetleg legcsekélyebb – erejére való tekintettel; mert ez az, amelyik a vonós hangszereknél különösen jól lép előtérbe és a hangnak teltséget kölcsönöz. A tapasztalat azt mutatja, hogy a vonóval a húrláb közelében játszva fokozható a hangerő. Nézetem szerint ez sokkal kevésbé múlik a felhangok együttműködésén, mint tisztán azon a mechanikus tényen, hogy a húr a vonóval olyan közel fogjuk meg a húrlábhoz, ahol annak a legjobban kell rezegnie. A vonó, amely fekvésében közelebb került, egyúttal képes a húrral és a húrlábbal még erőteljesebben ide-oda rángatózni, és azt szaporább oldalingásokra kényszeríteni. Ha a játékos eközben erősebb húzásokkal közeledik a húrlábhoz, akkor a húr már nem hagyja magát a vonóval együttrezegtetni, és kaparó zörej keletkezik. A jó hegedűs, különösen a virtuóz, azonban pontosan érzi, hogy milyen messze mehet, és képes-e a hangnak annyi erőt adni, amennyit csak kiadhat a hangszere. Egy kevésbé ügyes hegedűs legyen sokkal óvatosabb, és a vonóval a húrlábtól inkább megfelelő távolságban maradjon.

Fejtegetéseim szerint magától értetődő, hogy a vonónak pianójátéknál jobban el kell távolodnia a húrlábtól, mert akkor a húr kevésbé rezeg erősen és a mechanikus ráhatás is csekélyebb lesz. Tehát a meghúzás helyét illetően elsősorban a szándékolt hangerő a mértékadó, amelynek másfelől a húr rezgéstávolsága és a húrlábat oldalingásokra kényszerítő erő a feltétele. De a meghúzás helye a felhangok kiképzésére is befolyást gyakorol, amelyben a vonó nagyobb húrlábközelsége a magasabb felhangokat jobban kiemeli, és ez által a hang is erősebbé válik. A hegedűjátékos tehát a meghúzás helyének megválasztásával minden időben ráhatással lehet a hang erősségére és a hangszínrre.

Nézetem abban talál megerősítést, amit az újabb kutatások a zongorahúrok legkedvezőbb leütési helyeinek tekintetében kiderítettek. Helmholtz abból a nézetből indult ki, hogy a zongoraépítők tapasztalatai szerint ezt a helyet a húrhossz hetedén vagy nyolcadán a legkedvezőbb elhelyezni, hogy az alaphanggal disszonáló hetedik vagy nyolcadik parciális hangokat elnyomja. Mindenesetre a fentebb említett Young-féle törvény szerint a zongorakalapács pontosan csak a húr adott pontjára üt rá. A puha, filccel behúzott alapács azonban a húr nem egy kis ponton, hanem egy hosszabb darabon érinti, és így a parciális hang, amely itt egy csomóval rendelkezik, nem fakul meg. Ha a leütés helyét rendszerint a húrhossz egy hetede és tizede között választjuk meg, akkor a hang jóval teltebb lesz, az alaphang pedig a legerőteljesebben fog szerepelni.

A meghúzott húr valamilyen pontja rezgésformájának megfigyelésére számos módszer áll rendelkezésre. A legismertebb a Helmholtz-féle eljárás a vibrációs-mikroszkóp segítségével, amelyet Lissajous francia fizikus a komparátor továbbfejlesztett és javított változatában mutat be. Az alapgondolat az, hogy egy ismeretlen, vizsgálandó rezgést kapcsolatba hozunk egy ismert, harmonikus rezgésmozgással (hangvilla), amely az előbbihez függőlegesen fut. A két kombinált rezgésmozgás képéből következtetünk a vizsgálandó rezgéshez alapul vett törvényre. Túl messze vezetne, ha a készüléket és az eljárást pontosan ismertetnénk. Utalok Helmholtz művére (138 old.), vagy Müller-Pouillet adatára és ábráira (748 old és tovább, és 818 old.-tól). Egy húrpont rezgésformájának alapképlete kb. egy ilyen jellegű cikkcakk-vonal:



(Egyetlen egy húrpont ezen rezgésformája grafikus ábrázolásban nem cserélhető fel a teljes rezgő húr formájával, amely természetesen másként néz ki.) A húr közepén a forma még olyan, hogy az **AB** és a **BC** egyformák; a húr vége felé azonban a **BC** és az **AB**-hoz viszonyítva mind kisebb lesz. A húrpontok rezgésalakján bizonyos hullámzások érzékelhetők, amelyek a felhangoknak köszönhetik keletkezésüket. Minél tisztábban lép elő a rezgésvonal a hullámosodásával, annál tisztább és muzikálisabb a hangszer által létrehozott hang. Az ügyes és egyenletes vonóvezetésnek kimagasló része lehet a kialakításában. Ezzel szemben a vonó minden egyes kaparása a rezgésforma hirtelen változásaival kapcsolódik össze. A húrrezgés tisztasága azonban Helmholtz szerint (146 old.) nem egyedül a vonóvezetés művészetétől, hanem a hangszer építésétől, a fa rugalmasságától, annak öregségétől és a hosszú kijátszottságtól is függ. Az előregedés, és a hosszas használat kedvezően hathat a rugalmasságra. Az öregségnek azonban nem tulajdonítok ilyen hatást (vesd össze a 143 és 100 old.).

Helytálló Helmholtz további megjegyzése, hogy megfelelő építési mód és a fa lehetőleg teljes rugalmassága mellett igen szabályszerű húrrezgéseket lehet létrehozni. Ezáltal a hang tiszta, minden érdességtől mentes befolyását feltételezi, és a meghúzott húrt a legnagyobb erő kifejtéssel lehet igénybe venni. Helmholtz azonban egy szóval sem említi, hogy miben áll a megfelelő építés. Amit a fa lehetőleg tökéletes rugalmasságának nevez, az nagyrészt a megfelelő építésen alapul, amely – ahogy bemutattam – az önhang megfelelő kiképzésével a legkedvezőbb rezgésfeltételeket teremti. Az akusztikailag helyes építés követelményét, amely akusztikai előfeltételnek a hegedűhang számára meg kell lenni, úgy gondolom, hogy a korábbi fejtegetésekben a legapróbb részletekig bemutattam. A régi hangszerek – az itáliaiak és mások – sem szólnak tökéletesen, ha nem felelnek meg a feltételeknek, ha bármilyen öregek is. Azok fognak tündökölni megcsendülni, amelyek e tulajdonságokat felmutatják.

18 A HANG

Nem lehet világosan körülhatárolni, hogy melyik a legjobb hegedűhang, mert ennek megállapításánál döntő szerepet játszik a szubjektív ítélet. Tény, hogy a nagy itáliai mesterek hegedűi hangzás vonatkozásában gyakran jelentősen különböztek egymástól. Még a Stradivari-hang sem egységes, és a mester hosszú alkotó évei során nem maradt mindig ugyanaz. Csak a 60. életévére képezte ki az eszményének megfelelően hegedűinek a hangját. Ezzel a megállapítással már egy igen fontos pontot érintettünk. Minden nagymesternek volt – és még ma is van – egy hangideálja, amelyet elérni törekszik, és természetesen a legjobbat szeretné elérni. Ez az eszménykép egyeseknél gyakran jobban eltért és változó volt – ahogy a Stradivari példa mutatja – hébe-hóba ugyanannál a mesternél is. Ez végül is attól függött, amit éppen a legfontosabb tényezőknek tartottak. Lehetett ez például a hang ereje, annak legnagyobb ragyogása, a könnyű megszólalás, egy olyan hangkarakter, amely jobban hasonlított a fuvola vagy az oboa hangjához stb.? A mesterek általában hűen követték a koruk ízlésirányzatát. Amatiéknál például ez az ízlés a kedves, különösen a magas húrokon könnyen megszólaló hang kiképzésével kitűnően találkozott. Még nagyobb elismerést érdemel Stradivari és Guarneri del Gesù, akik olyan hangideálra törekedtek, amely az Amati hegedűk kiváló tulajdonságaival a hangerőt és a teltséget is összekapcsolták. Olyan előnyöket egyesítettek, amelyeket teljes mértékben csak a későbbi korokban értették meg becsülni. Mindkét mester nagy zsenialitása a munkáikban maradt fenn az utókor számára.

Nem lehet ellenvetést tenni, hogy Stradivarit már életében a legjobb hegedűépítőként ismerték el. Nicolo Amati halála után biztosan ő volt a legjobb. Hegedűit azonban hosszú ideig nem becsülték annyira, mint Amatiét. Bagatella árlistáján láthatjuk, hogy 1780 körül Észak-Itália tudományosan képzett köreiből még az Amati testvérek számítottak a legjobb itáliai mesterek. Teljesen hasonlóan történt ez más országokban is. Sőt, Angliában és Németországban a 18. században Stainer még nagyobb tekintélynek örvendett, mint Amatiék. Csak a 18. század utolsó két évtizedében következett be fordulat Stradivari javára, amikor Viotti és az általa alapított világhírű francia hegedűiskola hegedűsei, nevezetesen Pierre Rode, Baillot,⁵⁴ Rud. Kreutzer,⁵⁵ Lafont, Habeneck és mások a zenei világot Stradivari-hangszerük remek hangjával ejtették bámulatba. Ettől kezdve a Stradivari hegedű elkezdte diadalmenetét a világban. A zenekedvelők körében már korábban is nagyra becsülésnek örvendett, de még nem tartották egy Amati- vagy Stainer-hegedűvel egyenértékűnek. Ám az idő múlásával messze túlszárnyalta azokat, ami a legjobb példányainak majdnem mesébe illő vételárából is kitűnt. Magától értetődően csak műkedvelői értékekről van szó, melyeknek felfelé egyáltalán nem volt értékhataruk.

Guarneri del Gesù nevét kezdetben alig említették, mígnem az 1820-as évben Paganini révén vált ismertté. Paganini egyik kedvenc hegedűje egy 1743-ból való Guarneri hangszer volt. Ma – ismeretesen – némelyik Guarneri hegedű a Stradivariéval egyenértékű és számos művésznél kitüntető szerepet tölt be.

Ezekről a többé-kevésbé ismert dolgokról jut eszembe, hogy bemutassam, hogyan változott az idők folyamán a legjobb hegedűhang megítélése.

⁵⁴ Egy hegedűiskola meglehetősen ismert szerzője.

⁵⁵ Beethoven neki dedikálta az op.47. hegedűszonátát, az úgynevezett „Kreutzer-Sonate”-t.

Ha a Stainer hegedűk hangja gyakran hasonlítható a fuvolahanghoz, akkor véleményem szerint a 18. században előszeretettel viseltettek iránta. Eltekintve hegedűinek könnyű megszólalásától, talán azzal magyarázható, hogy a fuvola minden időben kedvelt szólóhangszer volt, ennél fogva egy ilyen hegedűhangot is nagyra értékelték. Ma a fuvolát bizonyára kevés és gyenge felhangjai miatt szólóhangszerként jóval kevesebbre értékelik. A korábbi elvárások szerint könnyebb hangleadásukkal a gyengébben csengő Stainer és Amati hangszeresek is megfeleltek.

A hangversenytermek mai mérete és zenekaraink hangbeli lendülete mellett szükség van Stradivari, Guarneri, Maggini erős hangú hangszereire, vagy hasonló, nemcsak itáliai hangszerekre, amelyek e tulajdonságokkal rendelkeznek. „De ilyen minőségű nem itáliai hegedű egyáltalán nincs!” – fogják egyesek mondani.

Most egy nehéz fejezetnél kötöttünk ki, nevezetesen a régi itáliai hegedűépítők úgynevezett titkánál. Természetesen csak hangzási titokról lehet szó. Ismeretesen egy ilyen titok létezéséről a vélemények igen eltérőek. Németországban a legtöbben, legalábbis a laikusok inkább azon nézet felé hajlanak, hogy olyan titokról lehet szó, amely mögött mindenekelőtt agyafúrt üzleti érdek rejtőzik. Ha a kérdést teljesen általánosságban ragadjuk meg: „Van-e a régi itáliai hegedűépítőknek titka?” És ha mindenkit – a nagyokat is – 3., 4., 5. rangsorba besorolunk, úgy a kérdés eldöntése túl nemleges eredményt hozna. Az ilyen kézműves mesterek készítményeit gyakran először rátermett új mesterek szólaltatták meg. Ha eközben egy hangszer vastagság-arányait helyre kellett igazítani és erősítéseket – a gerendát természetesen nem számítva – esetleg a hátán kellett foganatosítani, akkor mégsem mondhatjuk, hogy, ez a tudás „egy régi itáliai” jóindulatának köszönhető.

Tegyük fel még egyszer a kérdést, vajon maguk a régi itáliaiak hittek-e egy titokban, nevezetesen egy világosan szavakban kifejezett hangtitokban? Ez soha nem lett kijelentve. Ha ilyen titok létezett volna, akkor – mivel ez a hegedűépítők széles körében ismert volt – valamilyen formában egyszer szóba kerülhetett volna. Bagatella⁵⁶, aki mint hegedűépítő ifjú éveiben még a vége felé haladó klasszikus periódusban élt – csak az Amati-testvérek alkotó módszerére gondol, és éppen e művészeket állítja szembe más nagy mesterekkel, mint Andrea Amati, Guarneri és Stradivari (vesd össze a 22. fejezettel). Tehát nézete szerint nem volt közös titok! Úgy véli, hogy most a matematikai szerkesztési szabályok felfedezése szerint minden hegedűépítő „irányelvek és szilárd szabályok betartásával, de nem véletlenszerűen, ahogy eddig a legtöbben vélekedtek” egy hangszert elkészíthet. Legtöbbször a véletlen és nem egy titok javára írták a sikert. A Paduai Akadémia az értesítőjében (1783), amikor Bagatella írásáról döntöttek, egyetlen szóval sem tett említést a régi itáliai hegedűépítők titkáról és elégedett, ha egy olyan módszert szolgáltatnak, amely szerint jó vonós hangszerek készíthetők. Mindenesetre Bagatella példáján láthatjuk, hogy ő jóllehet majdnem még a „régit itáliai mesterekre” hallgatva, azok titkaiban – ha egyáltalán létezett – nem vett részt. Az is feltűnő, hogy ismert hegedűépítő családok kései tagjai, mint a Guadagnini-k, Gagliano-k, semmit nem közöltek az elődök titkairól. Niederheitmann adatai szerint a Guadagnini hegedűépítő dinasztia a 19. század végéig megszakítás nélkül nyomon követhető, tehát az apa közben mindig átadta az egyik fiának a tudását. Hasonló a dolog a Gagliano családnál is, akiknél a 19. század második feléig a szakmai tudás ugyancsak apáról fiúra öröklődött.

Piccolellis szerint mindenesetre – ahogy Niederheitmann említi (49. old.) – a Gagliano családban Gennaro Gagliano-tól (szül. 1700 körül, meghalt 1770 után) található. „Valószínűleg ez valamilyen különleges titok volt, amelyről a siker függhetett, és talán Gennaro elfelejtette azt feltárni.” Ezzel a teljesen bizonytalannak tartott közleménnyel nincs mit kezdeni. Tény, hogy

⁵⁶ Vesd össze az életéről és a pályaművéről szóló résszel a 22. fejezetben.

a Gagliano család más tagjai – Gennaro nem hagyott hátra fiú utódot, aki a művészetét folytatta volna – jóllehet az apa gyakorlatban bevált tehetségét folytatva, az elődeik klasszikus időből való titkából semmit nem tettek ismertté. Az is messzemenőn valószínűtlen, hogy a klasszikus időkből való régi itáliai hegedűk hatalmas különbözőségeinél, melyek közül némelyik hangban felülmúlhatatlan, mások valóban csekély értékűek, egy közös titkot szolgáltatott volna. Ezen az alapon a lakk sem lehet a titok hordozója (éppen olyan kevésbé, mint a fa öregsége). Akkor legalább megközelítőleg kellett volna bizonyos hasonlóságnak létrejönni. Egy Stradivari és Guarneri zsenialitásáról sokkal jobb a véleményem, minthogy feltételezzem, hogy a sikereiket – ami nagyobb körben volt ismert – szavakban formálható titoknak köszönhetik. (Mindenesetre egyesek felvethetik azt az üres kifogást, hogy Stradivariék a titkot jobban értették hasznosítani).

Hogy egy ilyen titok létezését az annyira eltérő eredmények ellenére is hihetővé tegyék, egyes érdekeltek, amelyben néhány nagymester kiváló alkotását általánosították, arra utalnak, hogy a klasszikus időkből való hangszerek hangja, „az itáliai hang”, valami különleges dolog, amit soha nem lehet már elérni. Minden hangnemben a „régii itáliaiak” mint valóságos csodaemberek nyernek dicsőítést, szemben a későbbi hegedűépítőkkel, mert bennük a titok elveszett, és ők már csak kontárok voltak. A későbbi idő Lupot-ját, Vuillaume-ját és más derék mestereket egyszerűen szóba se hozták; talán azért, mert már egyáltalán nem ismerték őket. Azonban egy kivétel mégis van: Minden esetben az itáliai titok kitalálója, akinek az eljárásával (rendszerint csak egy egyszerű házi szerecskével) ismét itáliai hangú kiváló hegedűket lehetne építeni.

Különösen elszomorító lenne, ha a hegedűépítők is ilyen különbséget hoznának létre hegedűhang megítélésében az itáliaiak és mások között. Ezt mondja Max Möckel (74 old.), jóllehet a könyve elején elismeri, hogy igen jó új hegedűk és nagyon rossz régi itáliai hangszerek is adódnak: „Találunk azonban az itáliai hangszerek hangminőségében számtalan közbenső fokozatot. Ha a klasszikus periódus legjobb és a legrosszabb itáliai hegedűit megnézzük, akkor a két pólus között hangminőségben szörnyű különbségeket találunk, de egy azonos tulajdonsággal valamennyi rendelkezik, amit itáliai hangnak nevezünk.” Hiába próbálok azon elgondolkodni, mi lehet az a titokzatos valami, amely egy rossz hegedűnek ezt az „itáliai hangot” adományozza, és hogyan lehet azt kihallani. Ha egy hegedűnek itáliai hangja van, de amellet rossz, akkor szívesen lemondok az itáliai hangjáról is. Hogyan szabaduljanak meg a laikusok mindennel szemben, ami nem itáliai – ameddig legalább a címke⁵⁷ ezt tanúsítja –, ha szakemberek ilyen nyilatkozatokat tesznek? Mindenesetre Max Möckelnek az a nézete, hogy a hang ismét „itáliai lesz”, ha a régi itáliaiak „konstrukciós titka” alapján alkotnak egy hegedűt.

Szerencsére szakemberek már ellenkező szellemben is nyilatkoztak. Így ír Towry Piper (1912) angol szakíró a „The Strad” szakfolyóiratban: „Vannak emberek, akik számos dologban meglehetősen értelmesek, de egy dolgot el akarnak hitetni másokkal, hogy minden itáliai hegedű kisebb-nagyobb mértékben ‘valódi itáliai hanggal’ rendelkezik. Ennél nagyobb nonszenszt

⁵⁷ Ma a hamisított címkéket nem csak a kiváló mesterektől veszik igénybe, hanem középszerű itáliai és nem-itáliai hegedűépítőket is felhasználják. Ez is magyarázza, hogy a készítőnek – a címkék száma után ítélve – gyakran rémisztő szorgalmat kellett volna kifejtetni. Igen könnyű egy „eredeti” hegedűt megvásárolni, de nehéz azon „eredetiként” túladni. Ezért egy vevő régi hegedű vásárlásakor jól teszi, ha a hang alapján ítélkezik és a címkét, amely majdnem mindig hamisítvány, egyáltalán nem veszi figyelembe. A kipróbáláskor lehetőleg ki kell kapcsolni a szuggessziót (belemagyarázást). Egy címke, melyen egy kevésbé ismert mester neve szerepel, már inkább lehet eredeti, akkor azonban nincs is jelentősége. A valóban eredeti, kiváló itáliai hegedűk, melyhez semmi kétség nem fér, mert eredetiségüket régen megállapították, legtöbbször már elkeltek.

soha nem terjeszthettek volna, tekintettel arra a hangszerre (ugyanis a Stradivari-hegedűre – a szerző), amelynek ez a folyóirat szenteli magát, és erre igen sokan akarnak hivatkozni!”

A német hegedűépítőink közül különösen Drögemeyert emelném ki, akinek különösen a hegedűkereskedelem területén folyó, a szédelgésre vonatkozó, megfontolást érdemlő nyilatkozataira utalok. Úgy, mint az egész könyvét, e fejtegetéseket is tisztességes szándékkal, de kritikus szellemben írta. Teljes mértékben igazat adok neki, hogy a hangon keresztül a valódiság bizonyításával, még Stradivari hegedűinél, de más kiváló itáliai mestereknél sem lehet soha szolgálni. Ezt az állítást sokan kétségbe fogják vonni. Azonban, aki már a hang alapján képesnek érzi magát, hogy egy kiváló, itáliai hegedű valódiságát felismerje, az a vevőknek, mint hangszakértő az igen drága hangszerek vásárlásakor rendkívül értékes szolgálatot tehetne. Mindenesetre gyakori alapos felsülésen keresztül sikerülnie fog, hogy a megkülönböztető és hangfelismerő készségét kiművelje, és szerény ítéletet alkosson. Hogyan lenne különben lehetséges, hogy kitűnő hangművészek is gyakran hagyják magukat megtéveszteni? Csak a szászországi Albert király ismert esetére gondoljunk, akinek a 19. század elején egy 1705-ből való „Stradivari” volt a tulajdonában. Tapasztalt hangszakértői voltak, akik a vásárlásai során segítségére álltak. Ennek a hegedűnek biztosan valódi a hangja, de az ára is. A hangszer javításakor azonban kiderült, hogy nem Stradivari hegedűről, hanem az ügyes francia Vuillaume által épített másolatról volt szó. Egyébként – úgy vélem – egyáltalán nem lett volna nehéz a gyakorló szakembernek a hangszer nem valódi voltát még a tető felnyitása nélkül is felismerni, mert Apian-Bennewitz könyvének első kiadásában a hangszer ábrázolása több tekintetben nem egyezett meg pontosan Stradivari stílusával.

A hasonló példák sajnos könnyen szaporodnak. Emlékszem még egy hegedűre, amelyet Niederheitmann a könyvében az Amati testvérek ismertetésekor (10 old.) nem valódikiént mutatott be. A kitűnő hangú hegedű⁵⁸ többek között Henry Wieniawsky és Hubai Jenő tulajdonában is volt. Senki nem vonta volna kétségbe a hegedű valódiságát – amelynek látszólag jobb volt a hangja, mint egy Amatié –, ha nem ismerték volna fel azt a különbséget, hogy a címke írója az 1695-ös évszámmal hatalmasat tévedett; 1595 már inkább illett volna. Mivel egyáltalán nem lényeges, ki volt a hegedű építője; lehetett az talán egy másik „régí itáliai mester”, de ugyanúgy más országból is származhatott.

Láthatjuk tehát, hogy a kiváló itáliai hegedűk valódiságát hallás alapján nem lehet meghatározni. Valóban csak kevés szakértő – akiknek igen sok hegedű ment a kezükön keresztül, és akik ez által nagy tapasztalatot szereztek – tudják azokat az építési mód (külső és belső) bizonyos sajátosságaiból, tehát a látható ismertető jegyekből szemrevételezéssel felismerni. E kevés szakértő közé tartozik hosszú idő óta a londoni Hill hegedűépítő család, vagy a stuttgarti Hamma cég és mások.

August Riechers példája is bizonyítja, hogy rátermett szakemberek az eredetiség kérdésében mennyit tévedhetnek. Írásában megemlíti, hogy 300 kétségtelenül valódi Stradivari hegedűt javított, azon kívül még sok másik volt a kezei között. Mindenesetre túl magasnak tartja a Strad. hegedűk számát (3000!), amelyek Stradivari műhelyéből kerülhettek ki. A Hill testvérek gondos becslése szerint a mintegy 1000 eredeti Stradivari hegedűből már csak esetleg 540 bizonyítható példány⁵⁹ mutatható ki, amelyek az egész világban, mindenekelőtt a kultúrállamokban szétszóródtak. Riechers alkotó periódusa alatt eszerint a legtöbb Stradivari hegedűnek javításra kellett volna szorulni, és a tulajdonosaiknak meg kellett volna esküdni,

⁵⁸ A „Zeitschrift für Instrumentenbau”-ban, XVII. köt. 231 old., ahol a hegedűt még eredetinek tartják, ez áll: „Ez kitűnő, még egy Amati számára is csodálatos hangú.”

⁵⁹ Talán még további száz létezhet. Az egyes országok közül Anglia tud a legtöbbet felmutatni belőle.

hogy azokat mindig Riechers hegedűépítőnél fogják javíttatni. Ha Riechers 100 ilyen eredeti hegedűt javított volna, az túl soknak tűnne. Azt hiszem, hogy jó esetben is aligha lehetett az 30 darab. Mivel Riechers szerény jellemétől távol áll a fontoskodás, így csak az a feltevés maradhat, hogy tévedett, és az általa említett hegedűk legtöbbször valamelyik német „Stradivaritól” származott.

Ma, amikor az „itáliai hang”⁶⁰ megjelölés mindinkább divatos szólammá fejlődött, már olyan messzire jutottunk, hogy híres virtuózok félnek egy nem itáliai hangszeren játszani, vagy legalábbis ha nem olyan kinézetűn. Hogy számos kiváló hangszer között – amelyekkel „Stradivariként” lépnek fel – több olyan is van, amelyeket nem Stradivari épített, amellet azonban még itáliai hanggal rendelkeznek, ebből adódik egy egyszerű elmélet. Honnan lenne mindez a Stradivari hangszer, amelyekből a legtöbb, mivel azok gazdag műértők és műgyűjtők tulajdonában vannak, nyilvános hangversenycélokra számításba véve? Erre a célra azokat a Stradivari hangszereket is beszámítják, amelyeket később idegen kezek tönkretettek vagy olyanokat, amelyek eleve nem voltak elsőrendűek. Mert soha nem is adódott mester, aki a hosszú élete során oly nagyszámú kiváló hegedűt alkotott, ily módon Stradivarinak is volt félresikerült vállalkozása. Azokat alkalomszerűen már úgy kellett besorolni, hogy a mester, mint fáradhatatlanul kutató művész aggkoráig (és nem csak az 50. életévéig!) végzett kísérleteket. Azt is számításba kell venni, hogy a Stradivari hegedűit, a korai időben virtuózok vették igénybe, és ma még részben használják, de mindinkább magántulajdonba mennek át, és így a tulajdonképpen rendeltetésük alól gyakran kivonták azokat. Általában éppen ezek a hegedűk képeznek a Stradivari százak között választékot. Így a még a virtuózok rendelkezésére álló legjobb Stradivari hegedűk száma is mind csekélyebbé válik.⁶¹

Erre az a magyarázat, hogy más elsőrendű hegedűket, itáliai és mást, hamis név alatt vontak be, és pedig sokkal gyakrabban, mint ahogy gondoljuk. Nem egyedül kevésbé híres itáliai hegedűk, hanem Stradivari-utánzatok is vannak, amelyek talán egy Lupot, Vuillaume, Panormo, Bachmann stb. készítmény, és a nagymester nevére lettek átkeresztelve. Ezeket odaillő hamis címkével látták el, mert hangzásilag gyakran valóban „hamisítatlanok” voltak. A csalástól eltekintve azonban mégis sajnálatos igazságtalanság ez az eredeti készítőkkal szemben. Amit a középszerű hegedűkön hoztak létre, az megállt a számlájukon, mialatt a legjobbakat az itáliai mesterek részére „in majorem gloriam” teljes dicsőségként könyvelték el. Természetesen nem jelenthetjük ki azt sem, hogy az imitátorok elérték volna Stradivari színvonalát, ami egyetlen esetben sem fordult elő. Mégiscsak korlátozott számú kiváló készítményről van szó, melyek hangzásilag az első- és másodosztályú itáliaiakkal egyenértékűek, és magától értetődően „itáliai hanggal” rendelkeznek.

Tudatában vagyok annak, hogy fejtegetésem sokaknak nem találkozik majd az érdekével és másoknál is ellenállásba fog ütközni. Ha – ahogy ez gyakran megtörténik – az itáliai hang alatt a legjobb Stradivari- vagy Guarneri-hegedűk hangkarakterét, tehát egy felülmúlhatatlan és példaszerű hangot értenek, akkor a kifejezés ellen semmi kifogás nem lenne. Azonban – mivel ez túl általános – egy pontosabb kifejezőmód, például Stradivari-hang, Guarneri-hang stb. lenne ajánlatos, melyek között ismeretesen bizonyos különbséget kellene tenni.

Lehetséges lenne, hogy Stradivari és más nagymester ismerte a hangtest önhangját és értette annak kielemezését? Ez természetesen lehetséges lehet, ha ismerték azt a fizikai módszert,

⁶⁰ Éppen úgy emlegethették volna az angolok a 18. században a „német vagy a tiroli hangot”, ahol Stainert és az iskoláját a legmagasabbra értékelték. Olyan balgák azonban nem voltak, hogy ezt megtegyék.

⁶¹ Vesd össze: Drögemeyer fejtegetéseivel.

hogy az önhangokat a dörzspálca segítségével megállapítsák. Ezt azonban még senki nem jelentette ki. A hegedűnél kopogtatással azonban könnyen felismerhették a léghangot, az alsó háhangot, és talán még a gerendahangot is, de a háhangot és a magas háhangot már nem. A csellónál már inkább elképzelhető, hogy kopogtatással felismerték a gerendahangot, a háhangot és a C-ív közti rész hangját. A hegedűk ennél fogva jóval nagyobb bonyodalmat jelentettek. Ezzel magyarázható az is, hogy Stradivari a csellóinak építésénél – annak ellenére, hogy azok száma tizedét sem teszi ki a hegedűinek – magabiztosabban látott munkához és nem volt szüksége annyi próbálkozásra. Csellóinak hangja más mesterek munkáihoz képest általában jobban kitűnt, mint a hegedűié (vesd össze, Hill 113 old.).

A nagy mesterek jobban rá voltak kényszerülve arra, hogy tisztán empirikus módon végezzék munkájukat. A végcél azonban töretlenül lebegett a szemük előtt: a hangideáljuk eléréséhez feltétlenül szükséges volt, hogy a faanyagot ne túl gyakran cserélgessék, ma ezt, holnap pedig egy másikat felhasználva. Stradivari munkáin valóban kimutatható, hogy számos hegedűjét ugyanazon rönk fájából faragta. Azonban váltakozva néhány meghatározott anyagot használt, például egy hazai olcsóbb juhart vagy egy drágább, szebb lángholászú rönköt. Felhasználásuk mindenekelőtt a mindenkori fizetségtől függött.

Ahogy erről meggyőződtem, és ahogy remélem, a régi itáliai hegedűépítőknek akkoriban nem volt közismert, szavakban kinyilvánított titkuk. Másrészt úgy hiszem, hogy a nagy mesterek, mint Maggini, Amatiék, Stradivari, Guarneri saját akusztikai irányvonalakkal rendelkeztek, amely viszont titoknak nevezhető. És utánuk is, sőt még ma is, gyakran vannak alapos, gondolkodó mesterek saját műhelytitkok birtokában. Csak az a kérdés, hogy az ilyen titkok alkalmasak-e valamire és nem csak fikción alapulnak-e. Véleményem szerint éppenséggel semmit nem mond, ha egy mester a tanulóival megosztja a titkait. A Hill testvérek azonban azt is feltételezik (69 old. és tovább), hogy Stradivari a munkatársaival inkább a másodrendű munkákat végeztette, mialatt a finomabb kivitelezést – véleményem szerint az akusztikai munkát – maga valósította meg. Ilyen munkatársak és tanulók voltak egyébként – ahogy biztonsággal elfogadhatjuk – a mester két fia és Carlo Bergonzi, míg másokat illetően ez bizonytalan. Az teljesen lehetetlen, hogy Jos. Guarneri del Gesù is Stradivari tanítvány lett volna.

Véleményem szerint nem fogadható el egyértelműen, hogy Stradivari a vastagságarányok kidolgozásakor nem akusztikai célok vezérelték. A Hill testvérekkel – akiknek tapasztalt ítéletére Stradivarit illetően nagy súlyt helyezek –, ebben a kérdésben nem egyezik a véleményem. Ők úgy vélik, hogy Stradivari, elődei tapasztalatára támaszkodva, esetleg nyomáspróbával vizsgálta meg a fa ellenálló képességét, és ha az nem közelítette meg a normál erősséget, akkor a lemezt minden esetben valamivel vastagabbra vagy vékonyabbra hagyta. Hozzáfüzöm, hogy egy tapasztalt hegedűépítőnek ez a módszer már valamelyest hasznára lehet, azonban sokkal nehezkesebb vele az akusztikai finomságokat elérni. Ezzel nem magyarázhatók Stradivari és Guarneri sikerei. Egyébként mit tudott volna Stradivari – ha ennél az akusztikát kiiktatjuk – az elődeitől a vastagságarányokra vonatkozóan átvenni? Ezek még erősen ingadoztak a tanítóiknál, Amatinál és Maggininál. Akkor nem maradt sokkal több, mint a legelemibb felismerés, hogy a hátlemez vastagságát középről kifelé mindig csökkenteni kell, amit mindenki tudott. Stradivari hosszú élete folyamán fáradhatatlanul folytatott kísérletein keresztül végül is megszerezte azokat az irányvonalakat, amelyek lehetővé tették számára hangideálja elérését. Már korábban említettem, hogy csak a hatvanadik életévében hozta létre hegedűinek akusztikai konstrukciós elveit. Hegedűinek akusztikai építésekor éppen ezek az elvek, ezek a vezérlő szempontok voltak a titkai. Azonban egyáltalán nem magától értetődő, hogy e titkokat, ahogy már rámutattunk, megosztotta a tanítványaival vagy fiaival;

vagy hogy adott-e nekik az akusztikával kapcsolatban útmutatást. Elég szorgalmasak és elmések voltak ahhoz, hogy a tanultakat hasznosan kiértékelhessék.

A jó önhang tulajdonságaira vonatkozóan és azokról a tapasztalatokról, amelyeket az egyes mesterek a tevékenységük során szereztek, sajnos az erre hivatott szakírók, kiváló hegedűsök közül, írásaikban alig néhányan nyilatkoztak meg. Csak Spohr önéletrajzában találunk néhány szűkös, de mégis jelentős adatot. Eltekintve az első utazásától, melynek során egy itáliai hegedűt használt, Spohr 1816-ig egy Buchstetter hegedűn játszott a hangversenyein. Abban az évben a Colmar melletti Münsterben egy gazdag gyártulajdonosnál szállt meg. A nagy zenekarát gyáros családtagjaiból, gyárának tisztviselőiből és munkásaiból egy kis zenekart alakított. De hagyjuk, hogy a történetet maga Spohr mesélje el (I. köt., 246 old.). „A zenekar ‘előjátékosától’, a gyár egyik tisztviselőjétől, akkoriban szert tettem egy párizsi Lupot-hegedűre. A még csak harminc éves hangszer telt és erőteljes hangjától úgy meglepődtem, hogy egy itáliai hegedűmmel, melyet Braunschweig-ben vásároltam, és az első turnémon játszottam is rajta, cserét ajánlottam a tulajdonosnak, aki hajlandó volt cserélni. Az új hegedűmet rövid idő alatt annyira megszerettem, hogy még a régi német Buchstetter mesterhegedűmnél is többre becsültem és attól kezdve turnéim során azon játszottam. Miután hegedűsként felhagytam a művészi utazásokkal, 1822-ben Madame Schlick-től Gotha-ban megvásároltam a jelenlegi Stradivari hangszeremet. Ezt követően a lipcsei Mathaei koncertmester ostromló kérésére átengedtem neki a Lupot-hegedűt, amely hosszú évek során igen jó szolgálatot nyújtott, és nagy hírnévre tettem vele szert. Az új tulajdonos haláláig játszott ezen a hangszeren, majd végül Ullrich koncertmester tulajdonába került.” Az elmondottakból különösen figyelemre-méltó, hogy Spohr a francia hegedűért, annak jobb hangja miatt, egy itáliai hangszert adott cserébe.

Spohr a „Buchstetter-hegedűjével” 1812-ben, Bécsben egy privát társaságban versenyre kelt Pierre Rode-val, az akkor legnagyobb hegedűssel. Finoman tudtára adta Rode-nak, hogy az tíz évvel korábban másként játszott. Spohr vállalkozott, hogy Rode G-dur-variációit pontosan úgy fogja előadni, ahogy azt annakidején oly sokszor hallotta a nagy művésztől. Spohr ujjongó tetszést aratott, és a tisztesség kedvéért Rode is „bravót” kiáltott, jóllehet meg volt sértődve. Mégpedig joggal – fűzte hozzá a tudósításához –, mert utána a finom érzés hiánya miatt nagyon szégyellte magát. Ez az esemény világosan bizonyítja, hogy Spohr a német „Buchstetter-hegedűjével” nem tétozott a híres „Rode”-Stradivarival⁶² szemben versenyre kelni.

Egy hangversenyen Spohr 1814 őszén a Bécsi Kongresszus alkalmával, a bécsi Burgban egy addig még soha nem látott létszámú hallgatóság előtt játszott. Attól tartott, hogy a hangok a hatalmas teremben majd elülnek. A Buchstetter hegedű azonban még erőteljesebben és világosabban szólt, mint általában és mindenütt kifogástalanul hallatszott. A német hegedű szerint jelentős hordképességgel is rendelkezett. Azonban ebből az egy kiváló hegedűből ne akarjunk minden Buchstetter hegedűre végkövetkeztetést tenni, melyek közül némelyik hangjának hébe-hóba bizonyos keménységet tulajdonítanak. Azt szokták mondani, hogy egy fecske nem csinál nyarat. Egy Guarneri hegedű zsenialitását ma már nem azzal bizonyítanánk, hogy Paganini a hegedűinek egyikét előnyben részesítette, és alkalmasint a legjobb létező hegedűnek tekintette. Éppoly kevésbé lehetne egy modern mester rátermettségét csupán azzal bizonyítani, ha hangszereinek százai közül egy jól sikerült példányt kiválasztanának.

Spohr az említett Lupot-hegedűvel – melynek igen kiválónak kellett lenni – nagy sikerrel lépett fel Londonban, majd 1820-ban Párizsban, ahol Viotti, Kreutzer, Baillot, Lafont és még mások előtt játszott, akik akkor már valamennyien Stradivari hegedűt birtokoltak. Visszaemlékezésében egy szóval sem tett arról említést, hogy habozott volna a francia hegedűjével a

⁶² Hillnél fényképen bemutatva.

francia főváros híres virtuózai előtt játszani. Manapság már aligha fordulna elő hasonló eset. Számosan lennének, akik – ha mégolyan jó Lupot- vagy Buchstetter-hegedűt hallanának, vagy játszanának rajta – a hangban bizonyos sajátosságokat, mint „nem-itálieit” mégis kifogásolnának.

Amit Spohr-ról bemutattam, abban számos hegedűs, különösen virtuózok érdekeltek lehetnek, akik egy drága, első osztályú itáliai hangszer megszerzéséről lemondtak és ezért egy nem-itáliaihoz – legyen régi vagy új – kell folyamodniuk, vagy egy olyanhoz, amelynek itáliai eredete nem kétségtelenül biztos. Láthatták, hogy kiváló nem-itáliai hegedűvel a legnagyobb sikereket is el lehet érni.

Spohr a Lupot-hegedűvel kapcsolatban megjegyezte, hogy a hangszer „akkoriban még csak harminc éves” lehetett. Úgy tűnik ennél fogva, hogy az öregséghez még bizonyos eredményt hozzáírt, jöllehet a bejátszottságnak sokkal nagyobb fontosságot tulajdonított. Még ma is sokat vitatott kérdés, hogy egy hegedűnek az elkészítés után azonnal úgy kell-e szólni, hogy a hangja további javulásra már nem képes, vagy nemesebbé tevő játék által váljon-e tökéletesebbé. Korábban aligha vonta kétségbe valaki – sem hegedűépítő, sem zenész – a bejátszottság fontosságát. Ma látszat szerint divatszempléletté vált, hogy az új hegedű a játék során már nem képes jobbá válni. Ez a nézet rendszerint a hegedűépítőknél vetődik fel: „Az én hegedűim már eleve olyan kiválóak, hogy bejátszást egyáltalán nem igényelnek.” Az állítás világosabbá tételéhez utaljunk arra, hogy a hegedű magától nem játszódik be, csak a játékos képzelet ezt be magának, mert hozzászokott a hangszeréhez, ismeri annak gyengeségeit, és ügyesen elkerülheti, hogy azok megmutatkozzanak. Minden további nélkül elismerjük, hogy a játékosnak is hozzá kell szokni a hangszeréhez, tehát önmagát is „be kell játszania.” Spohr, a bejátszás elméletének egyik fő képviselője ezt még hozzátette, sőt tovább is ment. Azt mondta (261 old.), hogy: „Az egész játékmód a hangszer sajátosságához igazodik” és így folytatta: „ezért egy virtuóz kompozícióiból nem csupán saját játékanak, hanem a hangszerének sajátosságai is megismerhetők.”

Hangzottak már el olyan nézetek is, hogy bár egy bejátszás általában jó és kívánatos lehet, de a legjobb itáliai hangszereknél erre nem lenne szükség, mert azok kezdettől fogva már eleve kiválóan szólnak. Szerencsére az egész kérdés tiszta megvilágítást kapott azzal a közleménnyel, amelyet Spohr számunkra hátrahagyott. Itáliai tartózkodása során, 1816-ban, Mailandban meglátogatta Cozio di Salabue grófot, a legértékesebb régi hegedűk nagyszerű gyűjteményének tulajdonosát. Spohr maga meséli el (I. köt. 281 old.): „Egy Gozio de Solence gróf kiváló hegedűk nagyszámú gyűjteményében sok egyéb között volt Amati, Guarneri és Guadagnini, valamint négy Stradivari, amelyekben még egyáltalán nem játszottak, és ezek – jöllehet igen öregek – úgy néztek ki, mintha éppen most készültek volna el. Ezek közül kettő a mester utolsó életéből, 1773-ból való, amikor már 93 éves aggastyán volt. A hegedűn jól látható, hogy azt egy reszkető aggastyán, bizonytalan kézzel faragta; a másik kettő azonban a művész legjobb éveiből (1743 és 1744) való szép példány volt. A hang telt és erőteljes, azonban még új- és fahangú, és legalább tíz évig kellene játszani rajtuk, hogy kiválóak legyenek.” Egyenlőre ennyit a helyreigazításokból. A gróf nevét Spohr részben tévesen közli. Nem tudom, hogy ő is de Solece-nek nevezte-e magát. Azt hiszem, hogy nem. Stradivari halálának événél a két utolsó számot felcserélték. Természetesen a két másik megadott év sem stimmel.

A hegedűk között található a bizonyára ismert „Messias”-hegedű⁶³ 1716-ból, továbbá egy későbbi tulajdonos által elnevezett „Muntz”-Stradivari 1736-ból. Spohr adata helyes, hogy a hegedűkből kettő olyan volt, amelyeket egy reszkető aggastyán faraghatott. A „Muntz” képe

⁶³ Erről az új kinézetű hegedűről a Hill testvérek önálló leírást adnak: „The Salabue Stradivari” London 1891.

Hill könyvében (90 old.) megható képet nyújt, ahogy a 92 éves mester a berakások vágásánál gyakran tévelygett a késsel, úgy hogy helyenként inkább egy szélesebb csellóberakás illett volna bele.

Spohr tehát világosan és érthetően leszögezte a még nem játszott Stradivari hegedűknél, melyek közül kettő már száz éves volt, hogy bár telt és erőteljes a hangjuk, de még újak és fahangúak, és be kellene azokat játszani. Spohr ehhez igen bőven mérte ki az időt. Véleményem szerint egy jó, akusztikailag helyesen épített hangszernél sokkal rövidebb időtartam lenne szükséges a bejátszáshoz. Az öregedés kérdése tehát magától megoldódik: A száz, illetve nyolcvan éves Stradivarinak semmit sem használt az öregségük. Az öregség állítólagos javító befolyása tehát csak egy hosszú játszottág felcserélése.

Talán könnyű visszautasítani az olyan eltúlzott kifogást, hogy az adott Stradivari hegedűket nem helyesen hozták rendbe. A hang akkor más hiányokkal és nem éppen az új- és a fahanggal rendelkezett volna. Továbbá Spohr, aki szintén végzett kísérleteket a lélekkel és a húrlábal, bizonyára észrevette, és rendbehozta volna a hibákat. Akkor miért éppen a grófi gyűjteményben lévő Stradivarik szólnak még új- és fahangon, a másik régi hegedűk pedig nem? Mert a többiek már ki voltak játszva és már nem is néztek ki új hangszernek. Aki azt állítja, hogy egy új Stradivari már azonnal pontosan úgy szólhatott, ahogy ma, annak mindenekelőtt Spohr tanúbizonyságával kellene vitába szállni, amit nem lehet olyan egyszerűen asztal alá söpörni. Ha az illető kitartana az állítása mellett, azzal csak azt mondaná, hogy Spohrnak nem volt véleménye a hegedűhangról.

A biztos bizonyítékot egyik vagy másik értelemben, kísérletileg – úgy vélem – nem nehéz levezetni. Példának okáért, ha két hegedűt azonos fából, ugyanazon akusztikai alapelvekkel, ugyanazon fő önhanggal építenek meg, majd ugyanazon lakkal és a felhordás ugyanazon módszerével látják el. Amennyiben utána sem a játékosok, sem a hallgatók nem tudják megkülönböztetni, akkor az egyik hegedűt félre teszik, a másikon pedig majd egy-két évig rendszeresen játszanak. Ha a játszott hegedű hangjában bármilyen jelentéktelen javulás mutatkozik, amivel az mindenkor megkülönböztethető a másiktól, akkor bizonyítva van, hogy a bejátszás használt neki. A tényleges bizonyosság kedvéért, ahogy ennek minden ilyen vizsgálatnál történnie kell, a kísérletet más hegedűpáron még meg kellene ismételni. Mindenesetre egyszer még el fogok végezni egy ilyen kísérletet. Talán más is megteszi majd ezt.

Bejátszás alatt nem olyan hatást értek, hogy utána egy közepszerű hegedű jó vagy kiváló hangszerré válik. Egy hangzásilag gyenge új hegedű például 200 éves korában is az marad, mint új korában volt. Ha a hangszer az egyes fekvésekben kiegyensúlyozatlan, akkor ezt a hibát a bejátszás sem tudja megszüntetni. Ha a g-húrnak nincs rezgése, akkor az egy emberöltő után sem fog azzal rendelkezni. Ha az e-húr hangja túl gyenge, akkor a mégoly hosszú bejátszás sem adhatja meg neki a szükséges erőt; és ha éles a hangja, akkor soha nem válik kiváló hangúvá stb. Természetesen előfeltétel, hogy a hegedű, amennyire csak lehetséges, játékkész legyen, és a lélek és a húrlábon kívül már semmi javítást ne legyen szükséges végezni rajta.

A jó, új hegedűnek már eleve minden kiváló tulajdonsággal rendelkeznie kell, még akkor is, ha a szakértő némi új- és fahangot észlel is a hangban. A hang a bejátszással kapja meg az utolsó finom csiszolást, amely könnyebb hangzásban és még nagyobb légyságban nyilvánulhat meg.

A magyarázat során tehát abból a megfontolásból kell kiindulni, hogy a hegedűnél nem homogén (egynemű) szerves anyaggal van dolgunk. Ha üvegből vagy acélból lenne építve, akkor semmit nem lehetne változtatni a hangkarakterén. A minduntalan ismétlődő rezgéseknek kitett farostjai kedvezően befolyásolják a rugalmasságot, úgyhogy könnyebben és készségesebben fogja a rezgéseket kelteni. Régi hangszereknél a fa rezgőképességének legkedve-

zőbb optimumát még túl is lehet lépni. Szakmai körökben meglehetősen ismert, hogy régi, kiváló hegedűktől nem kell sajnálni a pihentető szünetet, nehogy súlyos károsodást szenvedjenek. A Hill testvérek e szavakkal óvnak a túlzott igénybevételtől: „Állandó használat mellett könnyen elfáradnak a hangszerek. Túlzott igénybevétel mellett még tönkre is mehetnek. Adjunk a hangszereknek is pihenő szünetet. Kötelességünknek érezzük minden nyomatékkal kérni, hogy szép hangszereket szakadatlan használattal nehogy idő előtti halálba vigyenek.” Ha tehát most nyomatékosan leszögeztük, és más oldalról is megerősítettük, hogy az öreg fa a molekulák túlzott gerjesztésével károsodást szenvedhet, akkor valószínűleg az a nézet is helytálló, hogy játék a fiatalabb fa rezgőképességét és rezgőkészségét bizonyos pontig elő fogja mozdítani. Az új hegedűk fiatalosan üde fájánál azért a mértéken felüli használatból annyira nem kell félnünk. Az új hangszerektől valamivel többet lehet kívánni.

Alkalmanként olyan új hegedűkről is lehet hallani, hogy hangban visszaestek. Ennek különböző okai lehetnek. Legtöbbször eleve helytelenül épített hangszerről van szó. Gyakran túl gyengék a lemezek, és a tető csak a gerendafeszítésnek vagy a lélek nagyobb beszorításának köszönheti elegendő rugalmasságát. Ha ez a feszítés idővel alábbhagy, akkor megjelenhetnek a hang fogyatékoságai. A lakk is lehet a hang romlásában bűnös, ha az idővel mind merevebbé válik. A helyesen, valóban jól épített hegedűnél általában nem lehet szó egy később fellépő rosszabbá válásról, hanem csak a művészi játék általi igazításról. Ha hangközelben, a szobában, a szakértő fülének még kissé újként és fássággal jelenik is meg egy hegedű hangja, azt azért a hangversenyeremben szólóhangszerként azonnal vagy néhány hét múlva már lehet használni. A fásság teljesen hátérbe fog szorulni és a hangszer kifejti majd a jó tulajdonságait. Véleményemet általam épített hangszereken szerzett tapasztalatokra alapoztam.

A jó hegedűhang tulajdonságai ma már általában ismertek, ha azokat nehéz is a különböző irányzatok szerint elemezni. Ilyenkor arra is kell gondolni, hogy a hangideál, ahogy említettem, mindenkor a különböző korok szerint ingadozott. Egy jó hegedű – véleményem szerint – a következő tulajdonságokkal rendelkezen:⁶⁴

1. *A hang ereje*, teltsége és terjedelme, olyan tulajdonságok, amelyeket napjainkban egy hegedűtől a mai hangversenycélokra feltétlenül meg kell követelni. Ha ezek hiányoznak, akkor az a hegedű nem tekinthető első osztályúnak, különben azért még jó lehet. E tulajdonságokat ne tévesszük össze a látszólagos erővel, amely csak közelben nyilvánul meg, és csak a hangzás bizonyos behatoló erején nyugszik. Az igazi erő mindenekelőtt egy nagy, közönséggel töltött teremben, összjátéknál mutatkozik majd meg, amikor a hegedű erősen csengő hangjának a terem legtávolabbi szögletéig is el kell jutni. Ezzel már érintettük is a további tulajdonságot:

2. *A hang hordképessége* tulajdonképpen csak következménye a valódi hangnak. Ezzel kapcsolatban is csodálatos dolgokról lehet hallani, például, hogy miként múlják felül az itáliai hegedűk a többieket: Duplán, sőt háromszorosan, mint ahogy a jó új hegedű a szabadban is kitartja a hangját. Hogy milyen nevetségesek ezek a túlzások, felismerhető abból, hogy egy hegedű hangereje az általános akusztikai törvény szerint nem a távolság arányában, hanem a távolság négyzetével fog a mértékéből veszteni. Ötven méter különbség hatása már igen jelentős lehet, és ennél 500-600 méter különbséget és még többet kell kitennie! Hogy azonban a nem itáliai hegedűk is kiváló hordképességgel rendelkeznek, azt a Spohr által elmondott Buchstetter-hegedű példáján láthattuk. Jó lenne egyszer egy kifogástalan összehasonlítást tenni, természetesen azonos feltételek mellett! Véleményem szerint ilyen összehasonlításokat teljesen más értelemben kellene megejteni. Zárt teremben kissé mások lennének a körülmények, mert a hanghullámok visszaverődnének a falakról és a mennyezetről.

⁶⁴ Vesd össze Apian-Bennewitz-nél a megjegyzésekkel is, 153 old.

3. *A hang tisztaságának és kerektségének* minden salaktól mentesnek kell lenni.
 4. *A hang ragyogása*, a húrhang felerősödött felhangjainak a következménye.
 5. *A hang lágyága*. Ha a hegedű ezt a tulajdonságot a hang ragyogásával összekapcsolva mutatja fel, akkor dallamosan zeng és szép szoprán hangra fog emlékeztetni.
 6. *A hang könnyű megcsendülése*, amely ne a hangerő rovására legyen elérhető, mint ahogy ez gyakorta előfordul. Amati és Stainer hegedűi a könnyű megcsendülésükkel kissé fölényben voltak Stradivari hegedűivel szemben, anélkül azonban, hogy azokat erőben és teltségben elérték volna. Az új hegedűknél is gyakran esik áldozatul a hang ereje a könnyebb megszólalásnak. Ebben az esetben a lemezeket rendszerint átdolgozásnak kell alávetni, amely gond Stainerra emlékeztethet bennünket. Egy első osztályú hegedűnél a jó megszólalásnak mindig párosulnia kell a hangerővel.
 7. *A hang egyöntetősége minden húron*. Ez igen gyakran hiányzik a hangszereknél. A magas húrokon például jó, és erős hangjuk lehet, de ennek ellenére a g-húron azonban kevés rezonanciával rendelkezünk. Ez mindenekelőtt a vastag tetővel ellátott hangszereknél fordulhat elő, melyeknél játékra kész állapotban a gerendahang aránylag túl magas. Az egyöntetűségnek abban kell megnyilvánulni, hogy ugyanazon hang, vagy 3-4 hang ugyanazon diatonikus, vagy kromatikus hangsora, két húron egymás után játszva, hasonlóan szólal meg. Csak a befont g-húr fog kissé más hangszínt felmutatni.
 8. *A hangnak szabadon és nyitottan kell kilépni*. Ezt az igen fontos tulajdonságot gyakran nem értékeljük eléggé.
 9. Világos hang mellett a sötét háttér is észlelhető legyen.⁶⁵
 10. *A hangnak arra kell emlékeztetni, hogy a fa felerősíti a húrhangot*. A Hill testvérek megadták – ahogy már említettem – a Stradivari hang fő tulajdonságaként a „brilliant woodiness” (glänzende Hölzernheit = kitűnő fából való) elnevezést. Ez ellentétben áll a fém általi hang felerősödésével. Vannak olyan hegedűk, amelyek eleinte egészen jól hangzanak a fülnek. Összehasonlító játéknál azonban gyakran észrevehető, hogy túlságosan fémszerűen és kevésbé faszzerűen csendülnek meg.
- Voltaképpen egy jó hegedű vizsgálatánál mindig az összehasonlítások jutnak ezek a dolgok érvényre. A rossz hangszert összehasonlítás nélkül is megismerjük. Egy művész, aki nap mind nap a Stradivariján, vagy a Guarnerijén játszik, egy másik jó hegedűben találhatja meg saját hangszerének a fokmérőjét. Tehát könnyen tehet összehasonlítást. Enélkül sokkal nehezebben menne, mert egy jó hegedűnél gyakran rendkívül finoman árnyaltak a különbségek. Igen fontos, hogy a külső befolyásolást mind a játékosnál, mind a hallgatónál kikapcsoljuk. Egyik sem tudhatja, hogy melyik hegedű csendült fel. Ha például a játékos bekötött szemmel, vagy egy sötét szobában végezheti az összehasonlítást, akkor gyakran meglepő eredmények adódhatnak. Az is igen hasznos megoldás, ha valaki egymás után hasonlítja össze az egyes húrokat, és tervszerűen minden hangon, a flageolett hangokon is játszik. Különben könnyen csak általános benyomást szerezhet, amelynél bizonyos gyengeségek, például egy húr „elszegényedése”, vagy bizonyos hangok rossz megszólalása, nem lenne olyan világosan érzékelhető.
- A megszokás is sok dolgot eldönthet egy hegedűhangnál. Számos játékos talán mindig el volt ragadtatva a hegedűjétől, mígnem egy napon jobb hangszer került a kezébe és akkor vette

⁶⁵ Ha Niederheitmann e tulajdonságokat a Stradivari hegedűnél „fátyolos hangkeveréknek” érti, akkor egyetérték vele. Egyébként a legjobb Stradivarik hangja nem fátyolos, hanem szabad és nyitott.

észre a különbségeket⁶⁶. A jó hegedűhang általam említett tulajdonságai az akusztikai követelményekből vezethetők le, ahogy azokra a helyesen épített hegedűk számára bemutattam. A hang erejének, hordképességének és nyitottságának meg kell lenni, ha a lemezek önhangjai jók és egyöntetűen vannak kiképezve, miáltal teljesül a szabad rezgőképességük. Az önhangok ekkor kiváló alaphelyzetet képeznek a rezgésfelerősítés számára. Hatalmasabbak lesznek a rezgések, vagyis nagyobb lesz az amplitúdó, és ez által a hang is erősebbé és hordképesebbé válik. Mennyivel másként szólna egy hegedű, melyiknél például a lélek helyén jelentősen csak a C-ív közti rész hangja található a háton, mialatt itt mindenekelőtt a magas háthangnak, de a háthangnak és a gerendahangnak (az utóbbi visszaverődés által) is meg kell jelenni! Hogyan válik a g-húr hangja szegényessé, ha a gerendahang túl magasán fekszik, vagy ha az alig áll rendelkezésre, helyette pedig csak a háthang jelenik meg a gerendán?! Mivel a húrhangok a helyesen kiképezett önhangokban kiváló rezgésbázist találnak, azzal légyságot és könnyű megszólalást kell nyerni; olyan tulajdonságokat, amelyek nemesített játékkal még kitermelhetők. A hang fénye és a hegedű világos hangja a magasabb önhangok, különösen a magas háthang kiképzésétől függ, melynek egyúttal a még magasabb pofahangokkal együtt kell szállítani a magas hangok és a felhangok erősítéséhez a szükséges rezgőbázist. Az is igen nagy fontossággal bír, hogy a magas önhangokat a vonóval könnyen lehessen létrehozni, mert ettől a könnyedségtől függ a lemezek rezgőképessége. Minél könnyebb a lemezeket rezgésbe hozni, annál könnyebb lesz a gyengébb húrfelhangokban rezgésfelerősödést tapasztalni.

A hangok egyenletessége – ahogy korábban említettem – mindenekelőtt a három alaphang egyenletes kiképzésétől függ, nevezetesen a gerendahangtól, a háthangtól és a magas háthangtól. Ha egy hegedű fa-önhangjai kiválóan érvényesülnek, akkor a húrok hangjánál arra fogunk emlékezni, hogy azok a fa által erősödnek fel és válnak nemessé (vesd össze a 10. ponttal, „brilliant woodiness”).

⁶⁶ Tanulságos ebben a vonatkozásban 1791-ből egy levél, melyet Rev. Twining nagy zenebarát, angol lelkész dr. Burney-nek küldött (Hillnél, 273 old.). Egyúttal összehasonlítást tesz Stainer és Stradivari között, amely fordításban így hangzik: „A minap egy bizonyos hegedűmánia fogott el, ami azáltal jött rám, hogy különböző Stainer- és cremonai hegedűket stb. vizsgáltam és hasonlítottam össze. Azt hiszem, hogy tulajdonában vagyok egy édes Stradivarinak, melyen sokkal nagyobb élvezettel játszom, mint a Stainer hegedűkön, részben mivel a hang jobban szól, lágyabb (mellower), kerekesebb, részben mert a menzúra hosszabb. Az én Stainerem a szokásos méret alatt van és ilyen tekintetben kevésbé értékes, jóllehet a hangja éppen olyan ragyogó, átható és telt, mint az eddig hallottak közül valamely másik Stainer. Mégis, ha a Stradivari után felveszem, sebet ejt bennem (it sets my teeth on edge = macht es mir die Zähne stumpf). A hang nehézkesen jelenik meg; Stradivarin kényelmesebb hangkészlet van, a nyomás elviselhető, és azon majdnem olyan sok hangot lehet előhozni, amennyi benne maradt, stb.” A Stainer hegedűjét a tulajdonos hosszú ideig nagyra becsülte, ameddig nem játszott a Stradivarin. Döntő jelentőségű az összehasonlítás.

19 A MÉLYHEGEDŰ (BRÁCSA)

Ismeretesen a mélyhegedű (Viola, brácsa) túl kicsi a hangolásához viszonyítva, melynek fekvése a hegedűhang alatti kvint. Teoretikusok⁶⁷ a tulajdonképpeni mélyhegedűt és a csellót a hegedű arányához sokszor úgy méretezték, hogy a hegedű korpuszhosszát a hangolásból adódó arányszámokkal megnövelték. Eszerint a mélyhegedűnél $\frac{3}{2}$ -vel, a csellónál hárommal, amely a hegedűnél egy Duodezime-vel mélyebben van hangolva. Ezen a módon a mélyhegedű elméleti korpuszhossza $35,5 \times \frac{3}{2} = 53 \frac{1}{4}$ cm, a csellóé $35,5 \times 3 = 106 \frac{1}{2}$ cm lenne. Természetesen az ilyen hangszerek méretük miatt alkalmatlanok lennének a játékra; teljesen képtelenség lenne a húrfeszítés, úgy hogy annak a húzásnak egy szabályos húr nem felelne meg. A húrok feszítése is, különösen az e-húré, az elméletileg kiszámított tenorhegedűnél – Ritter professzor egyik alkotásánál – teljesen mértéken felüli.

A régi mesterek – mint nagy gyakorlattal rendelkezők – a játszhatóság mellett bizonyára a feszítési arányokat is figyelembe vették és valószínűleg soha nem gondoltak arra, hogy a korpusz hosszát elméletileg a hangolások rezgésszáma arányából számítsák ki. Ezt a számítási módot teljesen hibásnak tartom, amelyet egyébként az itáliai hegedűépítés klasszikus korában soha nem alkalmaztak. Olyan rezgőfelületekről és légterekről lenne szó, amelyeknél a rezgő húrhosszra érvényes arányszámokat, illetve a zenei intervallumok számát egyszerűen nem lehet alapul venni.

Ha a mélyhegedű hangolása szerint elméletileg számoljuk ki az önhangokat, és eszerint akarnánk meghatározni a méretét, akkor szintén téves eredmények adódnának. Ha a hegedű számára aránylag magas önhangokat veszünk, nevezetesen **cis**¹-et léghangnak és **ais**¹- illetve **b**¹-et gerendahangnak, akkor a mélyhegedű számára a **fis** léghangot és az **ais**¹ gerendahangot kapnánk. Ilyen önhangokkal a mélyhegedű túl nagyméretű lenne a gyakorlati használatra.

A régi mesterek már igen nagyméretű mélyhegedűket építettek. Vuillaume, Ritter professzor és mások mélyhegedűt megnagyobbító újabb kísérletei tulajdonképpen semmi új gondolatot nem képviselnek. Hill (131 old.) az Amati testvérek két mélyhegedűjét említi, melyeknél 45 cm a korpuszhossz. Stradivari 1690-ből való mélyhegedűjénél ez 48 cm! De meglehetősen korán, látszat szerint még Stradivari ideje előtt, hozzákezdtek egy kisebb Viola építéséhez. Mindenesetre akkoriban egy kisebb méretű Viola építése iránti óhaj távolról sem volt akkora, mint ma. A játékos általában csak az első fekvésben tudott boldogulni, és ráadásul a rövidebb nyak következtében a húrhossz, ennél fogva a fogások távolsága, viszonylag csekélyebb volt, mint ma. A mai violajátékosok a nagyobb formánál a fekvésben találják a fő nehézséget. Aki nem rendelkezik különösen nagy kézzel, számos hangot egyáltalán nem, vagy csak nagy erőfeszítéssel tud elérni.

Ma a Viola kisebb formája⁶⁸ majdnem általánossá vált, már azért is, mert az a hegedűjátékosnak a keskeny fogás miatt sokkal kevesebb nehézséget okoz. A Viola azonban nem lehet túl kicsi, ha a mélyebb húrokon is rezgést akarunk felmutatni. A legcsekélyebb korpuszhossz 40 cm-t tegyen ki. Jobb azonban a 41 cm (220 mm korpuszhossz) vagy valamivel több, ahogy ez a Stradivari 1701-ből való „Macdonald” mélyhegedűjénél van. Az egyéb méretarányokat

⁶⁷ Bagatella szabályait – ha csak lehetséges volt – alapul vették.

⁶⁸ Korpuszhosszát mindamellett $41 \frac{1}{2}$ cm-ig vehetjük. A nyak a Violánál a jobb játszhatóság végett a fekvésekben valamivel hosszabb lehet, ahogy ez a 2:3 aránynak megfelelő.

teljesen szabadon lehet kialakítani. Stradivari itt az esést úgy határozta meg, hogy a felső szélességet arányában csekélyebbre vette, mint a hegedűnél. A mélyhegedűről – és ezzel azonban inkább az általa legtöbbször épített kisebb formátumára gondoltak – azt mondják a Hill testvérek (107 old.), hogy bár a két mélyebb húr könnyen szólal meg, de a túl csekély rezgései miatt nem lennének alkalmasak, hogy a Violajátékos négyesben más Stradivari hangszerekkel konkurálhasson. Ezt részben a hangszer hangfekvéséből kiindulva lehet megmagyarázni, amely éppen a hangolásának arányához túl kicsi és ezért magasan fekvő önhangokkal rendelkezik. Mindenekelőtt azonban azt hiszem, hogy Stradivari, aki nem sok mélyhegedűt alkotott (tizenkét darab a még meglévő) erre a hangszerfajtára, amelyre akkoriban még kevéssé figyeltek fel, nem fordított olyan nagy érdeklődést, mint a hegedűre és a csellóra.

A mélyhegedű építésénél ugyanazon akusztikai alapelveket alkalmazzák, mint a hegedűnél. A rendszerhangnak (léghang) viszonylag nagyobb mélységet lehetne adni, ha a kávéát néhány milliméterrel magasabbra vennék. A mélyhegedű ma ismét nagyobb jelentőségnek örvend – partnerként is a vonós-kvartettben –, ezért nagyobb figyelmet érdemel a helyes akusztikai építése. A hangszernél a hangolás és az önhangok közötti arány kedvezőtlenebb, mint a hegedűnél és a csellónál, ezért az építője – véleményem szerint – soha nem tudja majd megmutatni az igazi képességeit. Az önhangok magától értetődően mélyülni fognak a hangszer mérete szerint. Az említett 41 cm korpuszhossznál körülbelül teljes hanggal maradt a hegedű önhangja alatt. Kissé magasabb kávéval a rendszerhangban (léghang) levő különbség némileg még többet is kitehet. Savart léghangként az akkoriban épített mélyhegedűk számára $c^1 = 512$ (egyszerű) rezgést vett, ugyanazt a hangot, amelyet a Stradivari hegedűkön talált. Nem csoda, hogy ezek a mélyhegedűk nem nagyon voltak használhatók, mivel a „mélyebb hangjai gyengék, érdesek és nehezen létrehozhatók” voltak. Ezért joggal ajánlotta egy másik építést. Helmholtz azt a helyes megfigyelést tette, hogy a mélyhegedű sajátos hangja viszonylag a magas önhangtól származhat. Ez alatt a léghangot és valószínűleg a gerendahangot vélte. Ez a sajátos hangszín, a mélyhegedű hang – ahogy a csellóhang is – minőséget képez a maga nemében, emellett még kellemes is. Helyes építési módnál, 41 cm korpuszhosszal, kiegyenlítés érhető el a húrokon, úgy hogy kellemes játékmódnál a mélyebb húrokon is jó rezgést kapunk.

Amit a hegedűnél az önhang kiképzéséről és hangjáról mondtam, hasonló módon érvényes a mélyhegedűre is. Vegyük azonban számításba, hogy a hegedűnél az önhangok és a hangolás közötti arányok olyan kedvezőek, amilyeneknek egy vonós hangszernél lenniük kell. Éppen ezért ez a legtokéletesebb vonós hangszer, amely a kicsinysége ellenére igen nagy hangerővel rendelkezik.

Már a hegedűnél utaltam arra, hogy a legmélyebb önhangja, a c^1 (vagy **cisz¹**) rendszerhang valószínűleg nem véletlenül fekszik a mély hangok közepén (mintegy a **g-f¹**-ig), amelynek erősítő rezgőbázisul szolgál. A 75-75,5 korpuszhosszal rendelkező normál csellóformátumnál is így van: csak itt a léghang a mélyebb hangok (egy oktáv felet) nagyobb sorával, rezgőbázisként szolgál, mert a mélyebb önhang, a **C-ív** közti rész hangja (mintegy a kis **e**), aránylag magasabban fekszik, mint a hegedűnél.

A következő kis táblázat bemutatja a hegedűnél, mélyhegedűnél és a csellónál lévő legmélyebb húrhangok arányát a rendszerhanghoz (léghang) és a legmélyebb fa-önhanghoz viszonyítva.⁶⁹

Ez a három gyakorlati példa azonban nem jelent kötött szabályt.

⁶⁹ Az előreálló fogólap legmélyebb önhangja mindenesetre ennél nincs beszámítva, mert az a rezgés felerősítésében nem játszik szerepet.

	<i>legmélyebb húrhang</i>	<i>léghang</i>	<i>legmélyebb fa önhang (a) (hangja)</i>
<i>hegedű</i>	g	c ¹	g ¹
<i>brácsa</i>	c	B (vagy a)	f ¹
<i>cselló</i>	C	G	e

A mélyhegedűnél, az aránylag mélyebb hangfekvése miatt a léghanggal túlzottan felerősödő mélyebb hangok sora a legnagyobb. A léghang itt ennek a hangsornak legalább a közepén fekszik, amely mintegy $\frac{1}{2}$ vagy 1 hang a C-ív közti rész hangja alatt. Ez egy kis szeptimmal a szextig távolodik el a legmélyebb húrhangtól (kis c), mialatt ugyanez a különbség a hegedűnél csak egy kvart a bővített kvartig (terc). A mélyhegedű húrhangolása miatt mélyebben fekvő önhangjai nem emelkednek, mert a lemezek különben túl vékonyak lennének és a fa-önhangot nem hagynák megfelelően kiterjedni. Ez – ahogy említettem – a léghangnál legfeljebb a magasabb kávéval történhetne meg. Még egyszer hangsúlyoznom kell, hogy a megfelelően épített mélyhegedű az akusztikus felépítésében minden önhangjával pontosan olyan tökéletes, mint a hegedű; csak annak művészi felépítéssel szemben a mélyhegedű hangolása igen mély, mialatt azonban a feszítésre való tekintettel ez az utóbbi teljesen célszerű és ezért aligha lenne képes egy változásra. A mélyhegedűre vonatkozó módosító kísérletekről – amelyeket akusztikailag megfelelő építésmód mellett egyáltalán nem tartok szükségesnek – közelebbi adatok Apian-Bennewitz könyvében (338 oldaltól) található.

20 A CSELLÓ

Ahogy a mélyhegedűnél a korpuszhossz tisztán elméleti, matematikai számítása a szóba sem jöhet, úgy van ez – ahogy majd bemutatjuk – a cselló esetében is. Azonban az önhangok megállapítása a hangolás tekintetében a csellónál éppen olyan kevésbé lenne helyénvaló, mint a mélyhegedűnél. A léghangnál egy magasabb kávéval bizonyos mértékben ez még lehetséges lenne. A cselló gerendahangjának azonban – a hegedűnek megfelelően – a kis **d**-hangtól az **esz**-hangig kellene terjednie, amely olyan nagy hangszeret tételezne fel, hogy senki nem tudna rajta játszani. A húrfeszítés túl nagy lenne, a hang túl sötéten és nehezen szólalna meg. A méretarányok meghatározásánál tisztán két gyakorlati értékű, fontos tényezőt szükséges szem előtt tartani:

1. A játszhatóságot és
2. a helyes húrfeszítést.

A régi mesterek elsősorban nagyméretű csellókat alkottak, melyek basszushangszerként inkább a templomi kísérophangszer szerepét töltötték be. Akkoriban a nyak sokkal rövidebb volt, a játékmód pedig még az első fekvésre korlátozódott, így a játék nem jelentett nehézséget a játékosnak. Amikor azonban a cselló mindinkább szólóhangszerré fejlődött és a játékosok is mind jobban a magas fekvésbe mentek, akkor a már Stradivari előtt alkotott kisebb forma a jobb játékmód és a könnyebb hangadás miatt kedveltebbé vált, jóllehet az egyházi igény még hosszú ideig megmaradt a nagyobb forma mellett. (vesd össze Wasielewsky értekezését is a csellóról, és Hill megjegyzéseit, 113 old.-tól).

Egyébként a nagy formátum a mai zenészek számára is rosszul játszható és ezért gyakran, sajnos olykor a hang rovására lerövidítették. Stradivari az 1701-ből való „Servais”-cselló⁷⁰ megépítése után már valószínűleg csak kis formátumút épített, amelyet most normál méretűnek tekintünk (75-75,5 korpuszhossz, 44 alsó szélesség, 34 cm vagy valamivel több felső szélesség). Stradivari ezzel a hangszerrel mai virtuózoknál is előnyben részesített olyan típust alkotott, melynek legjobb példányait – hangzásilag – a mai napig sem tudták felülmúlni.

A csellónál az Apian-Bennewitz által ajánlott hegedűmenzura 2:3 arányt nem tartom alkalmazhatónak. Mialatt a testmenzúrát – ahogy Stradivarinál – a játszhatóság javára valamivel kisebbre vették, mint a hegedűnél (mintegy 40,2-40,5 cm), addig a nyakhosszat megnövelték. Az összmenzura igen jó aránya ekkor tapasztalatom szerint 69:100. Tehát csak az elfogadott testmenzúrát $\frac{69}{100}$ -zal szükséges multiplikálni (sokszorozni), hogy a nyakhosszat (a nyeregtől a tetőszegélyig) megkapjuk. Ez a hossz az éppen említett menzúránál átlag 27,8 cm-t tenne ki. Ezzel a menzúrával a negyedik fekvésben, valamint az oktáv és a szomszédos magasabb hangok fogásánál (a hüvelykujj ráhelyezése nélkül) egy kellemes játékmód érhető el.

Ha a csellót pontosan a hegedű aránya szerint építenénk, akkor túl magas lenne a léghangja, ezért a kávéat ismeretesen jelentősen meg kellene magasítani (laposabb boltozatnál alul átlagosan 12,2, felül 11,9 cm-re). A léghang akkor körülbelül a G-hang lenne, ami a régi mesterek nagy csellóinál természetesen mélyebb volt. A gerendahang rendszerint a (kisebb) **f** és a **fis**

⁷⁰ F. A. Servais ismert belga virtuóz és zeneszerző nevezte el. Hangszerének 79 cm volt a korpuszhossza, és kezdetben még ennek a természetes férfiúnak is nehézségeket okozott rajta játszani. Lerövidítették a testmenzúrát, amely mintegy 2½ cm-el volt hosszabb, amikor a kisebb formátumnál kb. mintegy 3 mm-el volt hosszabb, hogy a húrlábat magasabbra helyezte.

között mozog. A háthang általában nincs olyan távol a gerendahangtól, mint a hegedűnél, amely a **g** és a **gisz** között mozog. A magas háthang nem lép annyira ki, mint a hegedűnél. Azonban mintegy oktávnyival magasabban fekszik a gerendahagnál. Emellett adódik még egy sor a sokkal magasabban fekvő pofahangokból. Már utaltam rá, hogy egy (általam röviddel ezelőtt elkészített) cselló pofahangjai a **b**¹, **c**², **disz**², **e**², **fisz**², **g**²-ig, tehát majdnem az a-húr második oktávjáig megvoltak. A magas pofahangok e gazdagságából részben az is kitűnik, hogy egy helyesen megépített cselló a legmagasabb fekvésig bezárólag jól szól. A csellónál a **C**-ív közti rész hangja lélek nélkül szabályszerűen magasabb a gerendahagnál. Játékra kész hangszeren azonban a gerendahagnak $\frac{3}{4}$ -1 hanggal magasabbnak kell lennie. Itt a **C**-ív közti hang a gerendán könnyebben jön létre, mint a hegedűnél. Nem firtatom, hogy a magas káva hozzájárul-e ehhez, de úgy gondolom, hogy nem. A **C**-ív közti rész hangja a gerendán olyan mértékben tud fellépni, hogy a cselló (például a kis **e**-hangban) „farkashangot” adhat. (vesd össze a következő fejezettel).

A klasszikus idők régi mesterei a hasonlóan rosszul megszólaló hangokra kevésbé figyeltek oda, mert a **C**-húron közvetlenül senki, a **G**-húron pedig alig játszott valaki. A mai mesterek azon törekvésük mellett, hogy egy különben jó vagy kiváló hangszeren megszüntessék a farkashangot, őrizkedjenek attól, nehogy a farkashanggal együtt a jó hangot is kiiktassák.

Savart a léghanggal fedettek vagy annak közelébe került hangok rossz megszólalását állapította meg. A (nagy) **F**-hangot vette normál léghangnak; megállapítása azonban csak a nagy csellóformára vonatkozhat. Véleményem szerint a rossz megszólalás lép előtérbe. Sokkal rosszabb a dolog a gerendahagnál és a **C**-ív közti rész hangjánál, amelyeket azonban Savart még nem ismerte. Rühlmann úgy tűnik, hogy a gerendahangot felcserélte a léghanggal (298 old.), ha azt mondja, hogy a cselló léghangja csak egy kvinttel lehet mélyebb, mint a hegedű, tehát a (kis) **f**-hang⁷¹! Erre kár a szót fecsérelni. A (kis) **f**-léghang egy túlzottan nagy mély-hegedűnél, magas kávéval és kis **f**-nyílásokkal adódna, azonban egy csellónál soha. Szabadjon még megemlíteni, hogy a csellónál a léghangot megkopogtatással sokkal nehezebb megállapítani, mint a hegedűnél.

⁷¹ Ezt a hibát Apian-Bennewitz is átvette a könyvében.

KRITIKUS HANGOK A HEGEDŰNÉL, MÉLYHEGEDŰNÉL ÉS A CSELLÓNÁL. FARKASHANGOK

Minden tapasztalt, vonós hangszeren játszó személy tudja, hogy gyakran bizonyos hangok nem szólnak meg olyan jól, mint mások, ezért óvatosabban játszik. Egyes hangok túl erős rezgésükkel szerénytelenül emelkednek ki a „szomszédaik” mellett. Más esetekben bizonyos visszafogottságot észlelhet a hangképzésben. Az ilyen egyenetlenségek ügyes vonóvezetéssel legtöbbször egyensúlyban tarthatók. Idővel a művészi játék is elérhet némi javulást. A legrosszabb az úgynevezett farkashang megjelenése, amikor a rezgések pillanatnyi megszakadása folytán fortogó hang vagy zörej lép fel. Erre vonatkozóan még nem rendelkezünk tudományos magyarázatokkal. Apian-Bennewitz „A hegedűépítés alapismeretei” c. könyvében foglalkozik a farkashang kérdésével is (100. old.). Mindenekelőtt egy nem megfelelő gerendát vagy a tető csekély pofavastagságát tartja ezért bűnösnek, és interferencia jelenségeket tételez fel.⁷²

A kész hegedű minden önhangjával, annak akusztikai viszonyaira vonatkozó kutatásaim során a farkashang kérdése teljes tisztázásra talált, és éppen ennél mutatkozik meg, milyen roppant fontosak az önhangok, úgy hogy a következtetés bizonyára jogos volt, hogy azok a hegedűhang számára is az első szerepet játsszák. Kísérleljék meg egyszer a kérdést más elmélettel alátámasztani! Egyszer sem tudtak a próbálkozók, például a matematikai szerkesztés vagy a fa homogenizálása alapján magyarázattal szolgálni.

A fortogás, illetve a farkashang veszélye áll fenn, ha a fa önhangja túl egyoldalúan van kiképezve, és más önhangokban nem talál ellensúlyt. A hang akkor túl nagy rezgésfelelősödést talál, amely különösen rövidebb, vastag, rezgő húrdaraboknál végzetes lesz és – ahogy látni fogjuk – zavarni fogja a húrhang és a lemezek rezgésjelensége közötti egyensúlyt. Ez tehát elsősorban a két mélyebb húr középső és magasabb fekvésében fog előfordulni.

A hegedűknél a fortogás a **gisz**¹-**cisz**² hangokra tud kiterjedni. Ezt a ténymegállapítást különben már megtettük. Még senki nem derítette ki, miért adódik ennél a hangsornál gyakran fortogás? A hangsor alsó fele, a **gisz**¹-től a **b**¹-ig a gerendahang tartománya; a **gis**¹ egy mély, a **b**¹ pedig meglehetősen magas gerendahang. A **h**¹-től a **cisz**²-ig terjedő hangok adják a háthangot (vagy pontosabban a tetőhang és a háthang összekötőhangját), amely az építési mód szerint mindig ezen értékek között mozog. A korábban megadott **a**¹:**c**²:**e**² főhangok példája szerint a gerendahangnak és a háthangnak közepes értéke van. Ha egy hegedűn a gerendahang egyoldalúan alakult ki és talán az egyenlőség által még erősítést is kap, vagy a szomszéd hangok egyikének túl nagy közeledését tapasztaljuk, akkor az adott hang a g-húron könnyen válik fortogóvá. Ha például a **gisz**¹ gerendahang a C-ív közti résznél lévő hanggal majdnem azonos, és a vonó meghúzásakor túl erőteljesen jelenik meg a húrlábnál, mialatt a **h**¹ vagy a **c**² háthang itt csak gyengén van kiképezve, akkor a **gisz**¹ a g-húron fortogni fog. Ha egy magasabb gerendahang, mintegy a **b**¹, az alsó háthangban talál erősítést, mialatt a magas háthang csak kevésbé lép elő a húrlábon, akkor a **b**¹ igen kritikus hang lesz, amely fortogással tűnhet fel.

Ha egy hegedű a gerendán és a húrlábon a **h**¹-et túlsúlyban lévő hangként nyújtja, úgy hogy a gerendahang teljesen visszalép, akkor a **h**¹ a g-húron fortogni fog. A d-húrnál egy kevés, az

⁷² Feltűnő, hogy a hegedűépítés irodalmába milyen gyakran bevonták az interferenciát vagy a tremolózókat a talányos jelenségek magyarázatára.

a-húrnál pedig még kevesebb kellemetlen hatás található. Ez a húrhosszal és a rezgő darab vastagságával függ össze. Egy egyoldalúan kialakult önhang játékanál a tető nagyobb rázkódásra lesz ösztökélve, vagyis megnagyobbodnak a rezgéskitérések. A rezgő húr rövidebb darabja, amely vastagsága miatt már egyébként is kisebb rezgőképességgel rendelkezik, azért nem képes a húrlábat olyan szapora, a tető rezgéseinek megfelelő ingásokra ösztönözni. Tehát egyensúlyzavar következik be a húrrezgés, a húrlábingás és a lemeznek a rezgéshatás által túlzottan felerősödött rezgései között. Ez a zavar szabálytalan, kihagyásos rezgésekben nyilvánkozik meg, vagyis a hang fortyogását és zörgését okozza.

Nézetemet a következő tények erősítik. Ha az a^1 gerendahang, a g-húron játszva, hajlamos a fortyogásra, akkor jobb lesz a hangképzés, ha az üres a-húrt hagyjuk részt venni a rezgésben. Éppen úgy a mélyhegedű g^1 gerendahangja, a C-húron játszva, javulást mutatna, ha az üres g-húr az oktávja megosztásával együtt rezegne. A húrláb más hosszabb húrok együttrezgésével erősebb kilengéseket kezdeményez és így körülbelül helyreáll az egyensúly.

A magyarázathoz a különben oly gyakran bizonyítékként felhozott lebegéseket (tremolózókat) nem lenne helyes kihagyni. Éppen ez juttatná érvényre, hogy egy csekély különbség idézi elő a húrhang és a fa-önhang lebegéseit, amelyek fortyogásban nyilvánulnak meg. A fortyogás azonban megszűnne, ha a játszott hang és a fa-önhang pontosan a magasságuk szerint fednék egymást. Ez azonban nem fordul elő. Ennél a magyarázatkísérletnél azt sem lehet belátni, hogy ugyanazon hang fortyogása miért inkább a rövidebb húrdarabon lép fel és nem a hosszabbikon; hiszen az utóbbin éppen olyan jó lebegések keletkezhetnek.

A játékos a mélyhegedűnél kevésbé fog panaszkodni farkashangról, amikor a fa-önhangok a mély hangoláshoz aránylag igen magasan fekszenek. A (megadott) g^1 gerendahang már a g-húr oktávján és egy kvint a c-húr oktávja felett fekszenek; a (feltételezett) b^1 háhang még egy kis szeptim a c-húr oktávja fölött, mialatt a hasonló hang a hegedűnél csak körülbelül egy kvarttal (részben több, részben kevesebb) fekszik a g-húr oktávja fölött. Tehát a mélyhegedűnél is létezhetnek farkashangok – sőt a rövidebb rezgő húrdarabok miatt még könnyebben megjelenhetnek, mint a hegedűnél – a játékost azonban a c-húron ez már az igen magas fekvésnél aligha fogja zavarni.

A csellónál a farkashangok megjelenése gyakran kellemetlenebbül nyilvánul meg, mint a hegedűnél. A farkashangtól még az igen jó csellók – néha még a Stradivaritól valók – sem mindig mentesek, ami a gyakorló művészek számára csapást jelentene. Csellónál a túl erősen kialakított gerendahang (például a kis fis) lehet a jelenség okozója, különösen akkor, ha a C-ív közti rész hangjának túlságosan a közelébe kerül, vagy esetleg azzal egybeesik. Ilyen esetekben az építésmód hibájáról lehet szó.

A csellónál a legádázabbul a C-húrnál lépnek fel a farkashangok, mert itt rövidebb a vastag húr rezgő darabja. Ha ennek ellenére a g-húrnál a fis még eléggé jelen van, akkor ez a C-húron már kellemetlenül fortyogna. Ha a fortyogó hangot a gerendahangnak a C-ív közti rész hangjához való túlzott közelsége okozza, akkor erősebb gerendával a két önhang valamivel jobban eltávolítható egymástól, mivel a gerendahang megemelkedik. A kísérlet nagy óvatosságot kíván, mert közben előfordulhat, hogy a fortyogás bár csökken, azonban a C-húr hangja egészében a túl erős gerenda miatt szárazabbá válhat. Igen veszélyes és egy különben jó hangszernél éppenséggel felelőtlenység lenne, ha a hát ledolgozásával távolodna el a C-ív közti rész hangja a gerenda hangjától. Ekkor a teljes hangszer általános rosszabbá válása lépne fel. Ha ez csak a C-húrra korlátozódik, akkor már jobb a fortyogással megalkudni, mint az egész hangszer romlását reszkírozni. Ezért említettem a cselló tárgyalásánál, hogy őrizkednünk kell, „nehogy a farkassal a jó hangot is kikészítsük.”

A csellónál a farkashang másik lehetősége például a gerendán a C-ív közti rész hangjának eluralkodása. Különösen rossz, ha a gerendahang ennek a hangnak a közelébe kerül. Tapasztalatom szerint súlyos hibáról van szó, amikor a gerendahang túlzottan érvényesül, és fortlyogást okoz. Gyakorlati nézőpontból is rosszabbnak tűnik számomra a fortlyogás az e-hangon, mint a fis-en. Ha egy fortlyogás a G-húron a fis-ben nagyon kellemetlen, akkor ez az e-hangon már kibírhatatlanná válik, mert ezt a hangot itt sokkal gyakrabban játsszák. Helyesen épített csellónál természetesen a gerendán mindenekelőtt a gerendahangnak és csak másodsorban kell a C-ív közti rész hangjának megjelenni.⁷³

Az építés hibái sokrétűek lehetnek, ezért orvoslásként általánosságban semmit nem lehet javasolni. Mivel – ahogy korábban említettem – vékonyabb falemezek, mint ahogy a feszített húrok a rezgés számára még fogékonyabbak, ha a gerjesztő hang csak megközelítően hangzik egybe a lemez önhangjával. Ilyen esetben természetesen a fortlyogás még a következő szomszédos hangoknál is felléphet, vagy akkor is, ha a hangszer önhangja félhangokat (például a csellónál **f/fisz** gerendahangot) alakít ki. Jól méretezett építési mód mellett az új hangszereket elkerülik a farkashangok. Ha az adott kritikus hangokat (például a hegedűnél az **a**¹ és a **c**² vagy a **b**¹ és a **cisz**²; a csellónál az **e** és a **fisz** vagy az **e** és az **f**) a legmélyebb húrokon játsszák, akkor, noha gyakran észreveszik – különösen ha a hangokat előzőleg dörzspálcával meghatározták – felfigyelhetnek egy másik rezgésre, amely fejtegetéseim szerint teljesen természetes! –, vagy még valamivel nehezebb hangadásra, de nem a farkashangra. A hangszer alapos kijátszása e hangokon is előnyös lehet. Bár nem hiszem, hogy a farkashang egy régi vagy egy új hegedűnél alapos kijátszás során teljesen megszűnne, vagy valami javulás állna be.

A magasabb húrokon is adódhatnak rosszul megszólaló vagy zörgő hangok. Így egy magas, a húrláb közeléig elérő pofahang, az e-húron játszva rendelkezhet fogyatékos rezgőképességgel, ha a magas háhang rosszul van kiképezve és nem alakítottak ki vele szemben ellensúlyt. Előre bocsátom, hogy olyan hibák – mint amelyek egy mozgó, kissé túl könnyű és ingadozó húrlábból vagy a lélek helytelen elhelyezéséből adódnak – itt nem jönnek tekintetbe, mert a hangszert olyan jól, ahogy csak lehetséges volt a lehető legjobban játszhatóvá tették.

⁷³ Ellenben a háhang a hegedűvel szemben a gerendán visszalép, ami véleményem szerint az építési módnak, különösen a magasabb kávának tulajdonítható.

22

KÜLÖNBÖZŐ KÍSÉRLETEK A HEGEDŰPROBLÉMA MEGOLDÁSÁRA⁷⁴

Matematikai módszerrel kezdem, és egyúttal megjegyzem, hogy minden módszer közül ez a leghasználhatatlanabb, mert nem az akusztikára támaszkodik. A hegedűnél csak az akusztika szolgálatába állítva érdemes matematikai megoldást alkalmazni.

Az itáliaiak közül a páduai Antonio Bagatella „A vonós hangszerek felépítése” c. művében ismertette matematikai módszereit. Először saját közlése alapján néhány adat az életéről. Niederheitmann és Lütgendorf helytelenül adták meg a születési-, illetve halálának évét az 1755 és 1829-es keltezéssel. Talán egy másik Bagatellára gondoltak. A helyes adat mindenestre nem ez. Bagatella az értekezésében elmondja, hogy harminc éven keresztül szolgált a „híres Tartini mestert”, aki 1770-ben hunyt el. Tehát legkésőbb 1740-től kezdve dolgozhatott Tartininál. Mivel 19 éves korában még nem kezdhette el a hegedűépítést és később is első sorban, mint műkedvelő próbálkozott, így elfogadjuk, hogy 25 éves lehetett, amikor elkezdett Tartini műhelyében dolgozni. Tételezzük fel ezek ismeretében, hogy 1715 körül vagy még valamivel korábban született.

Bagatella a kutatásait 1738-ban kezdte. Megemlíti, hogy 1748-ban, tíz évig tartó, kemény fáradozás után találta meg a módszerét. E szerint vizsgálatait egy évvel Stradivari halála után de még Guarneri del Gesù életében kezdte el. Tehát körülbelül ugyanabban az időben élt, mint Joh. Baptista Guadagnini (II) [szül. 1711], akit Stradivari tanítványaként említenek meg (ami azonban valószínűleg egyáltalán nem volt igaz).

Bagatella a munkáihoz Antonio és Girolamo (Hieronymus) Amati testvérek hegedűit⁷⁵ választotta mintának, ugyanis akkoriban ők voltak a legjobbak. Náluk mindig ugyanazokat az arányokat találta, ami – szerinte – más mesterek, nevezetesen Andrea Guarneri és Antonio Stradivari munkáira nem volt jellemző.⁷⁶ Érdekes, hogy Stradivari matematika nélküli eljárásai miatt – Bagatella álláspontja szerint – joggal kapott megrovást. Tudjuk, hogy Stradivarit egyetlen matematikai sablon sem korlátozta, hogy például a mélyhegedűnél és a csellónál másként vegye a körvonalak arányait, mint a hegedűnél. Sőt, nála a vastagságarányok matematikai kiszámításáról távolról sem lehetett szó.

Bagatella a hegedűtest hosszát 72 részre osztotta. Az így kapott mértékegységgel kördarabokból szerkesztette meg a körvonalakat. A vastagságarányokat az úgynevezett hangkörök felhasználásával a teljes hosszából arányosan számította ki. Ennél a módszernél igen tisztán megmutatkozott a rendszer gyengesége, amely az anyag különbözőségeit egyáltalán nem vette tekintetbe. Mivel egy hegedű külső formáját közvetlen átmásolással jobban leképezhetjük, és azt jobb módszerrel kedvünk szerint arányosan nagytítjuk vagy kicsinyíthetjük, így a Bagatella-féle

⁷⁴ Ennél érintetlenül hagyom azt a kísérletet, amely a jó hegedűhang titkát egy különleges lakkban vagy a fa különleges előkészítésében (például dr. Koch professzor szerint az úgynevezett homogenizálásban) látja megoldani, mert a kísérleteknek hiányzik a tudományos alapjuk.

⁷⁵ Az 1783-as a Páduai Akadémiai Értesítő kivonata szerint is az Amati testvérek „a legjobbak az alkotó művészetben.” Akkor eszerint Stradivari még nem volt ismert.

⁷⁶ Hogy Bagatella arányosság-szabályait az Amati testvérek valósították volna meg, azt kétségesnek, a vastagságarányok tekintetében pedig lehetetlennek tartom. Az utóellenőrzéshez számtalan hangszerrrel kellett volna rendelkezni, ami azonban nehezen lett volna lehetséges.

konstrukciók a hegedűépítők számára teljesen fölöslegesek és értéktelenek, és a legcsekélyebb veszteség nélkül eltűnhetnek a mai hegedűépítéssel foglalkozó könyvekből. Ha valaki egy hegedű megépítéséhez éppenséggel semmi más irányvonallal nem rendelkezne, akkor mindenestre ez a módszer jobb lenne a semminél. Melyik hegedűépítő fogja ma már ezt a módszert alkalmazni? A hegedű akusztikája számára ez az eljárás a legcsekélyebbet sem tudná nyújtani.

Más dolgokkal kapcsolatban – mint például a régi itáliaiak titka, a lakkjuk stb. – sokkal fontosabbnak tartom Bagatella fejtegetéseit, még negatív értelemben is. Erre más helyeken már rámutattam.

A páduai Akadémia 1783-ban Bagatellának az irományáért odaítélte a kitűzött díjat és azt 1786-ban kinyomtatták. A hivatalos értesítőben azonban megjegyezték, hogy bár a szolgáltatott szabályok nem nevezhetők tudományos eljárásnak, de a hangok és a különböző befolyások ismerete, amelyekkel azokat a hangszereken feltételezik – vagyis az akusztikai kapcsolatok ismerete – még túlságosan új ahhoz, hogy felismerjük az összefüggéseket, és hiányzik egy útmutatás a hegedűk építésére vonatkozóan. Az Akadémia tehát jobb pályázat híján Bagatellának adományozta a díjat, azonban világosan kijelentették, hogy semmiféle tudományos magyarázatot nem nyújtott a szabályaival.

Az újabb hegedűépítők között Carl Schulze és Max Möckel a matematikai szerkesztés alapelvét ismét kölcsönvették. Elméletüket „A külső forma és a boltozat” c. fejezetben már érintettük. Schulze a Stradivari hegedűnél, gyakran az aranymetszés alkalmazása közben minden lehetséges számarányt kivitelezett, hogy a hegedűgondot megoldja, és még az oly fontos vastagságarányokat is matematikai szerkesztéssel hozza létre. Azonban egy akusztikai mestermű ezen tisztán matematikai felépítése – ahogy ezt a jó hegedűt a fejtegetéseimben ábrázoltam – Stradivari hangszerein teljes biztonsággal megdől. A függelékben ezt majd közlöm, és remélem bizonyítékkal tudok majd szolgálni, hogy a hegedűprobléma nem matematikailag, hanem akusztikailag oldható meg. Az akusztikai megoldás azonban – ahogy teljesen természetes – statikai megfontolásokkal legyen kiegészítve. Különösen könnyű azt a bizonyítékot teljes biztonsággal igazolni, hogy Stradivari a favastagság kidolgozásakor teljesen más-ként munkálkodott, mint ahogy ezt Möckel állítja. Viszont Otto Möckel az én nézetem szerint nyilatkozott az Apian-Bennewitz könyvében: „Stradivarius, Guarnerius vagy Amati munkáinak valóban tiszta körvonalait eddig még nem adták vissza matematikai szerkesztéssel. Azonban minden matematikai szerkesztés legnagyobb hibája a favastagság matematikai számításában, tehát az anyag különböző szilárdságának figyelmen kívül hagyásában van.”

Alfred Seiffert professzor „A hegedű elmélete mechanikai alapállásban” c. írásában teljesen újszerű felfogást vont be a hegedűproblémába. Sajnos ez az anyag csak a könyvem írása során került a kezembe. Mindazt most a legkomolyabb, hosszantartó kutatásokkal helyezzük kísérleti alapra, rászolgálva a figyelemre.

Seiffert – az angol Barton és munkatársa vizsgálati módszeréből kiindulva – szerkesztett egy elmés készüléket, mellyel a hegedűt az álltartó és a jobb felső pofa tájékán rögzítette. Hogy a hegedű valamelyik részének rezgéseit – amelyek csekély távolságuk miatt egy közvetlen megfigyelésből kivonják magukat – könnyen kimutatható forgásokra alakítva – Barton eljárása szerint – egy alumíniumból lévő kis emeltyűre vitte át. A készülékkel egy fénymutatóval egy méterről mérve elérte az eredeti lengéscsúcs (amplitúdó) kétszázszoros nagyítását. Az emeltyűt egy tükörrel együtt egy általa alkotott különleges szerkezettel a tető, a nyak vagy a fogólap majdnem minden helyére fel tudta helyezni. Először a tükör segítségével átvizsgálta az egyes hegedűrészek mozgásjellegét, valamint a hangerőt, majd egy másik eljárással a hang egyenletlenségét és hangszínét is vizsgálatnak vette alá. Ezzel kapcsolatban bővebbet Seiffert értekezése nyújthat. Megállapították, mi a tető egyes részeinek – például az *f*-nyílások közötti

rész, a pofák, a gerenda stb. – részaránya mechanikai összefüggésben a rezgésfolyamatokban (a hát- és nyakrezgéseket a készülék segítségével még nem regisztrálták). Így közben a gerenda egy tengely körül forog, amely körülbelül a két felső f -szem között fekszik: Ezen „kierőszakolt” pofarezgések mellett, amelyek tehát pontosan megfeleltek a mindenkor húrhangnak, Seiffert azonban azt is feltételezte, hogy a pofák a mechanikai rezgés következtében a gerendavégek révén majd önálló, sokkal gyorsabb rezgésekbe kerülnek, melyet „szárnyrezgéseknek” („Flatterschwingungen”) nevezett el. Barton szerint ezek a szárnyrezgések a felső pofán a húr hangjának ötszörösét vagy háromszorosát teszik ki.

A szárnyrezgések mennyisége a felső és az alsó pofa felületén Seiffert szerint fordítva alakul, mint a szélességüké, Stradivarinál tehát 5:4 (ez olyan arány, ami – ahogy említettem – Stradivarinál rendszerint csak megközelítően érvényes). Számomra ez a vélekedés sokkal inkább elgondolkodtatónak tűnik, mert az 5:4 számaránynál lineáris kiterjedésről, a pofáknál azonban lemezkiterjedésről van szó, amelynél ez az arány nem bizonyul megközelítőnek. Az 5:4 szélességarányt – ha olyan jelentős akusztikai fontosság illetné – szintén meg kellene valósítani az egyes hangszereken, ami azonban, ahogy gyakran hangsúlyoztam, nem fordul elő. A Niederheitman-nál említett Maggini hangszer például majdnem pontosan a 9:11 arányt vette a 8:10 (4:5) helyett. Gyakorlati kísérletekkel egyébként könnyen kideríthető, hogy ezen arányok még nagyobb zavaránál a pofák nem ugyanazon rezgésjelenségeket mutatják-e a Seiffert-féle készülék használatakor.

Egyelőre más nézetet alakítottam ki az egyes „szárnyrezgésekről.” Mindenekelőtt a pofák – ha azok a mechanikai rezgések következtében egy másikban, mint a húrhangban rezegnének – csak önhangjukban tudnának rezegni, és úgymond nem más, különböző hangokban. Seiffert a hátnál is feltételezett olyan önrezgéseket, amelyekhez – mint a tetőnél – önálló pofarezgések csatlakoznak. Bemutattam, hogy a pofák önhangjai a hangtest többi hangja között a legnagyobbak. Egy együttlrezgést egy önhangban a mechanikai rezgés következtében ugyanazzal a jogosultsággal más önhangoknál is – mint például gerendahang, háthang stb. – feltételezhetünk. Ezek azonban csak parányi hangok és alig lennének mérhetők. Más esetben különben bizonyos körülmények között a húrhang barátságtalan diszharmóniákat okozna, és zavarok keletkezhetnének. Hogyan lenne ez, ha az észlelt „szárnyrezgések” az ötszörös vagy négyszeres rezgésszámukkal a húrhang megfelelő felhangjainak teljesen természetes rezgésfelerősödését fejtenék ki? Hogy ez a hatás különösebben éppen a pofákon nyilatkozik meg, csak azzal magyarázható, hogy ezek rendelkeznek a legmagasabb önhanggal és ezért a magas húrhangokat, illetve felhangokat szívesebben felveszik, továbbá csekélyebb merevségük miatt a felhangok gyenge hullámainak képzésére is képesek.

Számomra mindenesetre az tűnik valószínűnek, hogy a pofák rezgésszámai mindig megfelelnek a húrhang alaphangjának. Azon kívül magas önhangjuk és csekély merevségük miatt egyúttal a felhangok felerősítésére is képesek.

Sokkal meggyőzőbb az alaphang (oktáv) dupla rezgésszámával a nyakrezgések feltevése, mint a „szárnyrezgések” átvétele a szélességarányok alapján.

Seiffert számos más nézetével – mint amelyek például a gerenda hossza, felhelyezése és feladata –, nem egyezik a véleményem. Hogy ennek a fő feladata abban állna, hogy a tetőt a rezgések számára a pofákon a legkedvezőbb állapotba hozza, a vizsgálataimmal is módosulni fog, miszerint a gerenda a tető együttes önhangjának a hordozója (ahogy ez a gerendahangban megnyilvánul) és mint ilyen a mélyhangok képzése számára kimagasló jelentőséggel bír. Erre a jelentőségre utal az igen helyesen megválasztott „basszusgerenda” név. Ha eltávolítjuk a gerendát, akkor a mélyebb húrok hangja nagy károsodást szenved. Ellátja azt a feladatot, hogy

a pofákat bevonja a rezgésfolyamatokba, különösen a felső pofákat, ahol a felső f -szemek összébbtolásával, gerenda nélkül a húrlábbefolyás alig érvényesül.

A lélek fő feladata, hogy „a jobb húrlábtalp nyomását a hátra is átvigye, és kölcsönös, változó kis mozgásokkal támogassa a tetőt a rezgésében és a hátlemezt is rezgésbe hozza”, a sokoldalú tevékenységének valóban csak egy része és nem érinti a tulajdonképpeni akusztikai folyamatokat (a rendszerhang, a gerendahang emelése, a magas háthang megváltoztatása és kiformálása stb.).

Ha ennek folytán a hegedű Seiffert mechanikai elméletében – amelyben statikai megfontolások joggal szerepet játszanak – nem látom a probléma megoldását, ezért számomra úgy tűnnek, hogy kutatásainak jelentős része valóban figyelemre méltó, mivel azok a kész hegedű rezgésfolyamataival foglalkoznak. A vizsgálatai azonban most, amikor a rezgőtest minden önhangját a legapróbb részleteiben is megállapíthatjuk, már más megvilágítást nyernek. Így „a hátközépnek az önkéntes hosszanti- és oldallengései” (amely alatt nyilvánvalóan a hát önhangja, a háthang értendő) – melynek kopogtatással és meghallgatással történő meghatározását Seiffert erősen kétségbe vonta – tapasztalatom szerint könnyedén és biztonsággal megállapíthatók. Mechanikai elméletének fő gyengeségét abban látom, hogy megalégszik a kikényszerített rezgések feltevésével, anélkül, hogy az önhangokat tekintetbe venné.

A hegedűprobléma megoldásának harmadik módja az akusztikai módszer. A maga nemében eleve ennek van a legnagyobb valószínűsége. Az a legtermészetesebb, hogy a hegedűnél – mint egy akusztikai hangszernél – az akusztikai nézőpontoknak kell mértékadónak lenni.⁷⁷

A francia Félix Savart fizikus (1791-1841) volt az első, aki ezzel a módszerrel kísérletezett. Kísérleteire az egyes fejezetekben már történt utalás. Legfontosabb volt a léghangnak (a magam részéről rendszerhangnak is nevezem) a meghatározása, amely azonban a kész hegedűn az önhangok meghatározására korlátozódott. Emellett – ahogy látjuk – a Stradivari hegedűknél a leválasztott lemezek önhangját meghatározta. Az átlag fél hang megtalált különbségből hibásan alkotott egy fontos szabályt a hegedűépítés számára. A gyakorlati hegedűépítés és a kész hegedű akusztikája javára ezzel azonban majdnem semmit nem nyújtott. Savart mindamellett nagy szolgálatot tett, hogy megmutatta az irányt, amelyen a további kutatásoknak kellene haladni.

Ha Savart a diszharmonikus arányokat a lemezek önhangjaiban óhajtotta, amelynél mindkét lemez – ahogy ez teljesen természetes – önhangjaikban igen közel voltak, így lépett fel Dr. Grossmann 1899-ben a lemezek harmonikus összehangolásának elméletével, amelyet a régi itáliai hegedűépítők is alkalmazhattak. A különös tény azzal magyarázom, hogy a tető önhangját egy kvinttel (ötöd hangközzel) vagy kvarttal (negyedhang-közzel) mélyebben jelölte meg, mint a hátét, amit már korábban említettem. Akkoriban, az elméletének vitája során „A hegedűépítés” c. folyóiratban vidám háborúskodás tört ki, melynek során Grossmann ügyesen védekezett. Már könnyen bekapcsolódhattam volna az ellentétes vélemények vitájába, bizonyítva, hogy a kvint egybehangolás és a kész hegedűnél minden más egybehangolás – melynek önhangjait a vita folyamán ismertem meg – már nem áll rendelkezésre. Azonban akkor a saját anyagommal kellett előlépnem, és annak még sokára jött el az ideje.

Általános indokok, amelyek eleve a kvint egybehangolás ellen szóltak, a következők:

⁷⁷ Így van az óránál, mint időmérő eszköznél az egyenletes időközökben végrehajtandó ingázás vagy az egyenletes ide-oda rezgő mozgás, mint a probléma megoldása hasznosítva.

1. A régi itáliai hegedűkben a szükséges gerendacserék, az új gerenda későbbi beillesztése a tető-önhang emelkedését eredményezte, és a korábban meglévő kvint arányt alaposan megváltoztatta, aminek következtében a hangnak rosszabbodni kellene. Ez a rosszabbodás azonban nem következett be.

2. A játszásra kész hegedűnél egy meglévő kvint arány eltorzulna, mert a lemezek nem ugyanazon feltételekkel rendelkeznek, és a húrlábat a húr feszítő ereje rászorítja a tetőre.

3. A lélek beillesztése, tehát a két lemez összekapcsolása után, igen valószínűtlen, hogy azok még kvart arányban maradjanak egymással.

Kísérletileg teljesen biztos bizonyítéknak tartom, hogy a leválasztott lemezek önhangjainak aránya, akár Savart, Grossmann vagy más határozta is meg, a kész hegedűnél teljesen megváltozik, úgy hogy már nyoma se marad az eredeti hangarányoknak. A lélek beillesztésével a középen fekvő önhangok – tehát a legfontosabbak – még egyszer alaposan megváltoznak (csak a háhang marad meglehetősen változatlan). Erre a dologra nem tartom szükségserűnek még egyszer visszatérni.

Úgy vélem azonban, hogy dr. Grossmann nagy szolgálatot tett azzal, hogy az évek során mind sikeresebben szállt síkra a lemezek összehangolása mellett, tehát a hegedűépítés akusztikai irányvonala érdekében, és bizonyára az összehangolás – ez az egyes mestereknél teljesen eltérő lehet –, ameddig a kész hegedű önhangjait nem ismerték és azzal nem értettek dolgozni, még mindig jobb, mint valami más módszer.

Magamról elmondhatom, hogy Grossmann elmélete adta az első impulzusokat a hegedűvel való foglalkozáshoz. Számomra, mint újoncnak ez az elmélet még sokáig igen meggyőzőnek tűnt, ameddig a kész hangszeren nem állapítottam meg az önhangokat. Merem remélni, hogy elméletemmel az akusztikán belüli probléma megoldása még szűkebb területre korlátozódott. Úgy gondolom, hogy minél határozottabb egy probléma behatárolása, annál inkább lehet várni a megoldását. A jó hegedű, mint akusztikai hangszer egy rezgőtest lehető legjobb példányát képviseli, amely az egyes húrhangok egyenletes felerősítését, nemessé tételét szolgálja. Erre adódik az a végkövetkeztetés, hogy a hegedűnél a rezgésjelenségnek minden törvény előtt mértékadónak kell lenni, és remélem, hogy ennek bizonyítását elegendő teljességgel szolgáltatottam.

FÜGGELÉK

A. Néhány kiegészítő megjegyzés Koch professzor homogenizálási elméletéhez.

Koch professzor homogenizálási elméletét ismertető előadását nem ismertem teljes összefüggésében. Más tollából folyóiratokban és újságokban megjelent néhány cikk, amelyek ezzel az elmélettel foglalkoznak, például az „Umschau” c. füzet 1923/24-i, valamint Westermann havi folyóirata, 1924. júniusi számában. Mindkét cikkhez Koch műhelyét ábrázoló képeket is közöltek, így el kell fogadnom, hogy a professzor helyeselte a cikkek tartalmát. Az „Umschau” „Az óitáliai hegedűk titka” című cikke szerint létezik egy olyan titok, amely a fa homogenizálásán alapul. „Egy ilyen hang (mint az óitáliai hegedűké) csak egy homogenizált tömeg rezgése által jöhet létre; kialakítása lehetetlen, amennyiben ez a tömeg nélkülözi a homogenizálást.” Ezzel szemben Westermann folyóiratában ez így hangzik: „Egy későbbi idő, mégpedig az itáliai hegedűépítés klasszikus ideje után leköszönt, és végül kitalálta a cremonai hegedűépítő mester titkának a meséjét. Régóta tisztában vagyunk azzal, hogy egy ilyen titok soha nem létezett.” A továbbiakban azt is kijelentik, hogy a homogenizáló eljárással „ismét megtalálták a kapcsolatot a régi mesterek hagyományával.” Azonban úgy vélem, hogy ez egyre menne a titok felfedezésével.

Egyébként a Koch & Sterzel cég által kiadott prospektusból is kitűnik, hogy nem minden régi itáliai hegedű rendelkezik a híres, nagyszerű hanggal. Egy itáliai cselló Guarnerius, filius Andrea-tól,⁷⁸ melynek hangja rideg, kemény és nehéz volt a megszólaltatása, a homogenizálás után egy egyenletes, lágy hangot és könnyű megcsendülést nyert és független volt a légköri ingadozásoktól. Mivel ez a Guarnerius, filius Andrea még legalább 20 évvel idősebb volt, mint Guarneri del Gesù és feltétlenül a „rég-i itáliaiakhoz” tartozott, az említett csellónak, Koch elmélete szerint, azonban már homogenizálva kellett volna lenni, úgy hogy a második homogenizálás legalábbis fölösleges volt. Vagy talán a régi itáliaiak egyáltalán nem homogenizáltak?

B. Kritikai megjegyzések Max Möckel: „A régi itáliai mesterek konstrukciós titkai” c. írásához.⁷⁹

Arról nem akarok vitatkozni, hogy a tojás – ahogy Max Möckel állítja – egy „tisztán matematikai idom” lenne. A matematikusok mostanáig nem tartották annak. Az mindenesetre elismert, hogy a tojásformában, amely rendkívül változatos, be lehet szerkeszteni az aranymetszést. Csupán feltételezés, hogy a lantforma a tojásformára támaszkodva alakult ki. A legöregebb lantok ábrái alul túl laposak és felül túl hegyesek. A lantforma gyakran tökre hasonlított (vesd össze: Ruth-Sommer), más esetben mandulaformájú kagylótesthez (Sachs), és a legrégebbi forma szinte egy almához volt hasonló (Ruth-Sommer). Möckel éppolyan kevésbé tudja bizonyítani, hogy a hegedűforma a lantformából, illetve a tojásformából fejlődött ki, bár valószínűleg megtenné, hogy Leonardo da Vinci az aranymetszés szabályának alkalmazása közepette volt a klasszikus hegedűforma megalkotója. Möckel érvényre juttatta, hogy egy formailag tökéletes vonalvezetésű kiváló itáliai hegedűt nem lehet a nagy itáliai mesterek különösen kiművelt rajzkészségére visszavezetni, mert más országok hegedűépítői között is mindig akadt egynéhány olyan, akinek ugyanazt a mértéket megütötte a rajzkészsége. Egy ilyen proporcionális (arányos) formát csak a matematikai szerkesztés, az aranymetszés tud

⁷⁸ Melyiket gondolták, Pete-t vagy Josep-et?

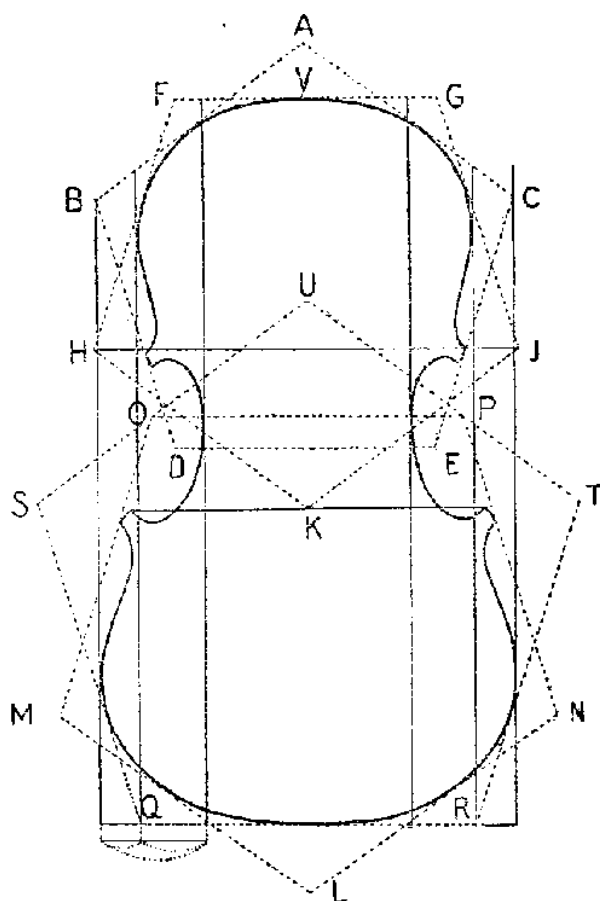
⁷⁹ Vesd össze az eredeti kiadványban az 56 és tovább, 61, 92 és tovább, 110 és 163 oldalakkal.

létrehozni. Ez nem más, mint álokoskodás. Egyrészt aligha állíthatja valaki, hogy a hegedű formáját a régi itáliai mesterek nagy rajzolási képessége hozta létre. Másrészt ebből az következik, hogy a hegedűforma nem ennek a rajzképességnek, de még a matematikai szerkesztésnek sem köszönheti eredetét. Legnagyobb valószínűséggel egy jó ízlés és kifinomult esztétikai érzék játszott közre, amelynél azonban a gyakorlati célok, akusztikai és statikai megfontolások vitték a fő szerepet. Ez az esztétikai érzék – ahogy a művészet más területei is mutatják – különböző időkben és országokban erősen eltérő volt. Elegendő művészi érzék nélkül is lehet valakinek kitűnő rajzképessége. Tekintettel az utóbbira, nem egyszer a nagy itáliai mesterekével teljesen egyező volt. Amatiék a külső vonalak szépségében és az *f*-nyílások kialakításában Magginit határozottal túlszárnyaltak. Rajzképesség nélkül is lehet valakinek finom esztétikai érzéke.

Mivel Möckel szerint a tojás egy matematikai tárgy (térben), így „ebből származtatja a jogcímet a hegedűprobléma tisztán matematikai úton történő megoldására”. Jóllehet ebben az összefüggésben a hegedűről, mint „fizikai hangszerről” beszél. Mivel a fizikai fogalom igen tág, ezért azt kellene mondani, hogy: egy akusztikus hangszert, és legnagyobb tökélyű hegedűt, esetleg az egyik legjobb Stradivarit, a legtökéletesebb kiteljesedésben különösen egy rezgő hát ábrázol. Mit fog egy ilyen rezgő hát alkotása az aranymetszés alkalmazásakor a tojásformával kezdeni? Hol történt valaha az akusztika tudományában még csak utalás is az aranymetszés és a rezgőképesség ilyen összefüggésére?

M. Möckel a hegedűtest matematikai felépítésében látja a régi itáliai alkotás titkát. Számára matematikai szerkesztés egyenlő az akusztikai felépítéssel, ezért az itáliai konstrukciós titok maradéktalan felfedezéséről (vagy egyszerűen az itáliai titokról) szónokol. Mivel az itáliaiak titka alatt rendszerint csak hangzási, tehát akusztikai titokra gondolnak, ezért Möckel valóban igényt formált rá, hogy a matematikai szerkesztési szabályaival felfedezze az akusztikai törvényeket, melyek alapján a nagy itáliai mesterek dolgozhattak, és voltaképpen megoldja a hegedűgondot. Mivel a laikusok számára is lehetetlennek tűnik, hogy a titok csak a külső körvonalakban létezhet, ezért a boltozatokat, a kávamagasságot, az *f*-nyílások formáját, nagyságát és helyzetét, de mindenekelőtt a tető és a hát igen fontos vastagságarányait, sőt még a nyakat is bevonta a matematikai levezetésébe.

M. Möckel a hegedűformát négy szabályos ötszöggel határolta, melyek közül kettő felül és kettő alul fekszik, mégpedig úgy, hogy az egyes ötszögek egyik csúcsa a hegedű középvonalán található, ahogy az ábra mutatja. Ezek az ötszögek képezik az egész matematikai felépítés kiinduló pontját. Az első pillantásra elképed az ember, hogy mindig milyen szépen határolják az ötszögoldalak a sarkokat. Ez a meglepetés azonban rövid ideig tart, ha elkezdjük utána ellenőrizni. Evégből feltétlenül szükség van a szabályos ötszög egyik szögelőjére (108°), elegendő hosszú szárral. Hogy azt pontosan megkapjuk, ábrázoljunk egy megfelelő nagyságú kört és rajzoljunk egy szabályos ötszöget, amely a 108° szögelőt adja. Helyezzük fel ezt a szögelőt felfelé irányítva a középvonalra eső csúcsával érintőlegesen egy hegedű felső körrajzára, és az így kapott szárra ismét vigyünk fel egy 108° -os szögelőt úgy, hogy a felső sarkokat érintsék. Így megkapjuk az **AB** és **AC** ötszögoldalakat. Most rajzoljuk be a szabad szároldalra az **AB** illetve **AC** ötszögoldalakat lefelé, és megkapjuk a **D** pontot, és a másik oldalon ennek megfelelően az **E** pontot. Ekkor pontos rajzolás mellett a **DE**-nek, mint az utolsó ötszögoldalnak megvan a helyes nagysága.



Max Möckel rajza, 31.

Hogy a második felső ötszöget is megkapjuk, húzzuk a **V** pontban a merőleget a középvonalra. Azután helyezzük fel jobbról és balról a szögélőket úgy, hogy az egyik szár érintse a hegedű kontúráját. Ezzel megkapjuk az **FG** ötszögoldalt, amelyet a két szabad száron felvesszünk. Így már megvan az **FH** és a **GJ** oldal, és könnyen kirajzolhatjuk a teljes ötszöget. Ha helyesen rajzoltunk, akkor az oldalak és a szögek itt is azonosak lesznek. *(A fordító megjegyzése: az ötszögek szerkesztésének leírása teljesen zavaros!!)*

A két alsó ötszöget azonos módon rajzoljuk fel. Tehát már látjuk, hogy a négy ötszög (ha az jobbról és balról azonos) könnyen felhelyezhető a hegedűforma köré, mégpedig minden, még a legcsúnyább köré is. Fordítva is érthető: a legcsúnyább forma szerkesztése is levezethető a négy darab ötszögből. Ezek azonban jelentősen vesztenek a nimbuszukból. Az ötszögeknél az oldalaik és átlójuk méreteiben nem mutatható fel az aranymetszés aránya. Ezzel a megállapítással azonban még nincs kimondva, hogy négy ilyen szabályos ötszög, még akkor is, ha azokat méretük és helyzetük szerint pontosan egymáshoz rögzítettük is, egy további konstruktív felépítéshez bevonhatók.

Möckel a négy ötszögből szándékozta a Stradivari formát arányszerűen kifejleszteni. Úgy kapta meg az ötszöget, hogy egy adott szakaszt tíz azonos részre osztott, melyekből hat rész a korpuszhosszra került. Erre a szakaszra még lent egy nagyobb, és fent egy kisebb darabot helyezett rá, melyek együtt akkorák voltak, mint egy rész, és arányban álltak az aranymetszéssel. E szakaszrészekből szerkesztették meg a négy ötszög helyét és méretét. A csiga, valamint a nyak számára is megkapták az építő szempontokat. Az eljárás emellett meglehetősen bonyolult (vesd össze, Möckel, 30-33 old.). A négy ötszögből a külső körvonal pontjainak

egész sora nyerhető, úgy hogy az utolsókat végül teljesen ki lehet rajzolni. (vesd össze Möckel 33 old. és tovább). Itt a következő fontos szabályok adódnak:

1. Az alsó szélesség egyenlő a **BC** átlóval.

2. A felső szélesség egyenlő a **QR** ötszögoldallal.

3. A középső szélesség (legszűkebb hely) megtalálható, ha az alsó és a felső szélesség különbségéhez megkeressük a „majort” (az arany metszését) és ezt a felső szélességtől lehúzzuk. Möckel itt – ahogy az ábra mutatja – csak geometriai szerkesztéseket alkalmazott; azonban teljesen számtanilag is el lehet járni: Az alsó és a felső szélesség különbségét 1,618-cal szorozzuk, és a kapott számot (majort) a felső szélességtől húzzuk le. Ekkor megkapjuk a középső szélességet (ez a szabály a klasszikus modelleknél soha nem fog stimmelni).

4. Az alsó sarkok belső csúcsai egy a **K** ötsarokcsúcs által húzott transzverzálison (átszelőn) fekszenek, amely egyúttal a lélekpálca vonalát is ábrázolja.

5. A felső sarkok külső csúcsai a **HJ** átlón fekszenek.

M. Möckel szerkezetileg a külső körvonalak még számos más pontját határozta meg. A magunk részéről azonban megelégszünk ezzel az öt fontosabb szerkesztési szabállyal, és majd ebben foglalkunk állást. Ha ezek a szempontok a négy ötszög alkalmazásakor, Stradivarinál igaznak bizonyulnának, akkor azzal mégis csak nyernénk valamit a külső forma kialakításához, jóllehet hegedűinek akusztikai felépítését ez nem érintené.

Abban az esetben, ha Möckelt helyesen értem, a Stradivari-szerkesztésnél nem egy esetről, nem egy Stradivari hegedűről van szó, hanem voltaképpen arra a nagy Stradivari formára gondol eközben, melyet a mester a legjobb alkotó periódusában alakíthatott ki. Ezt is kikövetkeztetem „a nagy Stradivari forma matematikai vázának megszerkesztése” szavakból és abból, hogy később is csak a Stradivari formáról beszél. Azonban éppen Möckel alkotásának a Stradivari hegedűkkel való összehasonlítása teljesen világosan mutatja, hogy a mester ilyen módszert a legjobb alkotó periódusában sem alkalmazhatott, mert nem volt egységes formája, és a meglévőket gyakran változtatta. Ez a nézet teljesen összevág a Hill testvérek adataival (203 old.), akiknek ezt tulajdonképpen tudniuk kell. A Marquis Dalla Valle gyűjteményben Stradivari hagyatékából, közvetlenül, ahogy azt Cozio di Salabue gróftól megszerezte, különféle formalemezek nagyobb mennyiségben találhatók. A mester évről évre változtatta a körvonalak ívelését, a sarkok kialakításában pedig különleges szabadságot tartott fenn magának.

Vizsgálja meg egyszer valaki az alábbi 1–5 pontokban megnevezett szerkesztési sajátosságokat az eredeti Stradivari hegedűkön, vagy például azon az ábrán, melyet Apian-Bennwitz egy 1720-ból való Stradivari hegedűről bemutat, vagy a Hill-féle könyvben lévő, a mester legjobb idejéből való híres Stradivari hegedűk, nevezetesen: „Betts” (1704), „Alard” (1715), „Rode” (1722) fényképeivel.⁸⁰ Nem szükséges szörszálhasogatónak lenni és a pontosságot 1 mm-ig megkövetelni, azonban számításba kell venni, hogy ezen reprodukciók lekicsinyített méretarányai mellett mindent csaknem négyfel kell szorozni.

⁸⁰ Még jobban vizsgálat alá veszik az első kiadás valamivel nagyobb, pompás másolatait, melyek a hát ábrázolását is mutatják. Érdekes, hogy a tető és a hát körvonala nem pontosan egyeznek, sőt az „Alard”-nál még jelentősebben eltérnek egymástól; és valóban (Hill szerint, 204 old.) nagyon ritka a tető és a hát közötti összhang. Néhány hangszernél jelentős különbség áll fenn a körvonalban. Ez azzal magyarázható, hogy Stradivari a tető körvonalánál a felső kávaszélhez igazodott. Hol marad itt a matematikai szerkesztés? A négy beállított ötszög alkalmazása éppen ennél teljesen eltérő eredményeket ad. Mi a mértékadó tehát a konstruktív felépítés számára, a tető vagy a hát?

A fentebb említett 1. ponthoz: Az alsó szélesség bizonyos mértékben megegyezik.

A 2. ponthoz: A felső szélesség rendszerint nagyobb, különösen az „Alard”-nál. Csak a „Betts”-nél egyezik úgy-ahogy.

A 3. ponthoz: Itt mutatkozik meg a legkivehetőbben a möckeli konstrukció gyengesége. Az arany metszés kerülő úton való kiszámítása nem egyezik sem Hillnél sem Apian-Bennewitz-nél. A Möckel-féle Stradivari ábrázolásban a legszűkebb rész közepén az alsó szélességnek csak a felével rendelkezik, amit egy Stradivarinál lehetetlennek tartok. Bár Möckel a következőket mondja (39. old.): „Mivel ez a forma teljesen egyezik Antonio Stradivari eredeti formájával, bizonyítékkal szolgál, hogy nem önkényesen keletkezhetett, hanem egy alkotónak kínos pontossággal kellett a 29–33 rajzon megadott méreteket követni.” Egy valódi Stradivari különben aligha lenne megnagyobbítva, melynek szélessége a legszűkebb helyen csak fele az alsó szélességnek. Más klasszikusok mintáinak formájánál, mint például egy Maggini, Amati és Guarneri-nál is a Möckel által közölt forma mindig valamivel több. A Möckel-féle ábrázolás tehát már ebben a vonatkozásban sem adhatja a jellemző képét egy Stradivarinak. Azt természetesen senki nem fogja tagadni, hogy a középső szélesség nagy fontossággal bír a hegedű küllemére. Az azonban furcsa, hogy Möckel a további szerkesztési rajzainál – 35, 39, 40, 80, 84 stb. szám – a középrészt szélesebbre veszi, tehát szélesebbre, mint az alsó fél szélességét. Honnan származik az alkotójogcím, hogy a Stradivari számára egyszer csak szélesebbre vegye? Ez a kiszélesített középrész már nem lehetett az arany metszés szerint kiszámítva – ahogy azt a 3.-nál említettük –, mert a „Major” a kiszámításhoz túl nagy lenne. Ezzel ez az egész számítási módja összeomlott.

A 4. ponthoz: A **K** pont a Stradivari hegedűknél (és sok másíknál) körülbelül a lélekvonaltájára kerül. Olykor-olykor természetesen a formák változatossága mellett oda kell kerülnie. Ez a felső szélességtől függ, amely az adott ötszög magassága számára ismét mértékadó. Ha ez tetemes, akkor a **K** pont még a lélekvonalt alá esik, ha viszont a felső szélesség aránylag csekély, akkor a **K** magasabbra esik, bizonyos körülmények között a húrlábvonal területén még magasabbra kerül. Egy Stradivari mélyhegedűnél (Hill, 99. old.) a húrláb fölé esne. Az viszont magától értetődő a formák eltérései mellett, hogy a transzverzális (átlós irányú) a **K** ponton keresztül olykor az alsó sarkok belső csúcsán megy át. A „Rode”-nál ezt jól teszi, másoknál, de legkevésbé az „Arald”-nál azonban nem.

Az 5. ponthoz: Aligha egyezik az említett hegedűk egyikénél sem, és nagyon ritka esetben fordul elő, hogy a **HJ** átló a felső sarkok külső csúcsain megy keresztül; inkább talán még a felső sarkok belső csúcsain halad át.

Mindennél kedvezőtlenebbül jelenik meg a Möckel-féle konstrukció az „Arald”-nál, amely nem az anyag szépségével, hanem hangzási szempontból nyújt egy Stradivari remekművet, amelyet a mester egyetlen más hegedűje sem tudta felülmúlni. Eltekintve az alsó szélességtől, a 2–5 pont alatt említett minden egyéb pont teljesen halomra dőlt nála a tetővonalnál. Véleményem szerint ennek oka a jelentős felső szélességű zömök építési módban rejlik, melynél a felső ötszögek meglehetősen nagyok. Ez a pompás „Arald” hegedű, ahogy nekem tűnik, egy különösen hálás tárgy lenne matematikai szerkesztés számára, azonban csak megmutatni, hogy semmit sem akar vele elérni.

Möckel bár az *f*-nyílásokat ebből a formából, tehát a négy ötszögből szintén úgy szerkesztette, hogy a formából mindenkor ahhoz illő jellegzetes *f*-nyílások adódjanak. A szerkesztéshez egy ötödik ötszög, az *f*-nyílások ötszöge járul, melyet mint a többi Stradivari ábrán, a felosztott hosszvonalakból nyeri (32. old.). A segédeszközök és az arany metszések roppant tömege szükséges az *f*-nyílások megrajzolásához. Itt sok dolog nem helyes. Csak azt akarom meg-

említeni, ami nekem különösen feltűnt. Stradivarinál inkább a középső részben fekvő **OP** és **DE** vízszintes ötszögoldaloknak kellene az egész *f*-nyílás felső hajlatát és a felső *f*-szem alsó hajlatát határolni. Legalábbis így kellene lennie. (A 40. ábrán azonban az **MH** egész darabja távol marad a felső *f*-szemtől. Mindenesetre a fentebb említett Stradivari hegedűnél az ötszögoldalok egyike egyszer érinti az *f*-nyílásokat. Roppant feltűnő, hogy az *f*-nyílások Guarnerinél kisebbek, mint Stradivarinál, holott Guarneri *f*-nyílásai köztudottan a régi itáliaiak legnagyobbjaihoz tartoznak. A mellszélesség mindkét rajzon azonos (41 és 42 sz.), a Guarneri *f*-nyílás azonban 1,5 mm-rel rövidebb (természetes méretben tehát 5 cm.) mint Stradivarinál; tehát annyival rövidebb, amennyivel hosszabbnak kellene lennie. Hasonló hiba mutatkozik a 63. ábrán, ahol a Guarneri *f*-nyílásnak csak mintegy 7,3 cm természetes nagyságú lehetne. Mi célja egy rajznak, amely a valóságban nem felelhet meg?

Möckel (53. old.) vastag betűs szedésben hangsúlyozza, és más helyen még visszatér rá, hogy két Stradivari szerkesztés *f*-nyílása⁸¹, ahogy azok a mester hagyatékából előkerültek, teljesen egyeznek az ő szerkesztésével. Az *f*-nyílások korábbi megtárgyalásakor rámutattam, hogy ilyen azonosságról távolról sem lehet szó, mert – más helytelenségektől eltekintve – Möckel átfogó (koncentrikus) körei, ahogy mindenki könnyen meggyőződhet róla, teljesen más középpontot eredményezett, mint a Stradivarié.

Ha már Möckel kísérlete – hogy a hegedű körvonalait matematikailag meghatározza – teljesen balul ütött ki, jóllehet egy ilyen kísérlet (Bagatella is elvégezte) érthető lenne, ha csupán a körvonal meghatározására és nem az akusztikai probléma megoldására vállalkozott volna. A matematikai szerkesztés tehát zsákutcába került, különösen ha még a boltozatokat, sőt a favastagságot is matematikailag akarja meghatározni. A helyes ellenvetés gyengítése végett, miszerint mindent, nevezetesen a körvonalakat, kávamagasságot, boltozatokat is pontos utánpótlás révén, matematikai szerkesztés nélkül el lehet készíteni, azt állítja, hogy utánpótlással nem lehet elérni a helyes favastagságot, mivel az csak általa, matematikailag szerkesztett boltozathoz adódhat. Ebben az a helyes, hogy a szükséges favastagságot másolás révén, egészen pontosan csak úgy lehet elérni, ha az eredetinek az anyagával rendelkezünk, ami szinte lehetetlenség. A jogosultság levezetéséhez, hogy a hegedűnél mindent, a boltozatot és a favastagságot is matematikai számításokkal előre meg lehet határozni, Möckel egy haranggal tesz összehasonlítást, amelynél előre ki lehet számítani a formát és a falak vastagságát is. A harang esetében lehetséges a kiszámítás, mert annál szervesen anyagról van szó, melynek a hangra gyakorolt befolyását empirikusan (tapasztalatilag) állapították meg. A hegedű és a hangkészítés ezen összehasonlítása nem találó példa és Möckel szerint a hegedűboltozatot az anyag befolyásolja; kemény anyagnál a boltozatot laposabbra kell venni és fordítva. Az azonban semmit nem bizonyít, hogy a régi itáliaiak a boltozataikat az anyag keménységéhez igazították. Már korábban utaltam rá, hogy a boltozat mértékadó tényezőként nem jön számításba a hegedűakusztika számára, mert ennél semmi nem volt jobban kitéve az idők folyamán a változtatásnak.

Foglalkozzunk most a legfontosabb kérdéssel, hogyan gondolta Möckel a vastagságarányok kiszámítását. Miután a hát vastagságát a mindenkor boltozathoz meghatározta, melynél az arány metszés ismét szerepet játszott, a következőképpen adódott a tetővastagság: Minden

⁸¹ Az előző nyáron ez az *f*-nyílás-szerkesztés, másvalaki tollából származó cikkben, a Leipziger Illustrierter Zeitung-ban a Möckeli elmélet bizonyításaként ismét kiadásra került. Alig hisz azonban az ember a szemének, ha a cikk mellett balra Möckel rajzát a Stradivari konstrukció matematikai váza számára az alábbi szöveg aláírással látja: „Stradivari hagyatékában talált matematikai vázlat.” Mivel a rajzon a „Mensur” és „Stimme” német szavak vannak, a cikk szerzőjének a további bizonyítás nem lenne nehéz, hogy Stradivari tulajdonképpen nem itáliai, hanem német származású volt.

idevonatkozó helyen annyival csekélyebb a tetővastagság, mint a hátnál, hogy a két vastagság az arany metszés arányában álljanak egymással (tehát 8,09:5 vagy 1:0,618). „Az egyik fő szabály” – mondja a 99. oldalon –, „hogy a hát- és a tetővastagság mindig arányban legyenek egymáshoz. Ily módon a hát- és a tetőboltozatok mindig tökéletesen egyenlítődnek ki. A vastagságok egymáshoz való ilyen arányában rejlik tapasztalataim szerint a klasszikus itáliai mesterek fő titka.” Három különböző szerkesztési módnál az arány mindig ugyanaz. „Ez az azonos eredmény a három különböző szerkesztési módnál azt bizonyítja, hogy a vastagság elosztásának egyáltalán nem lehetséges más módja” (100 old.) Möckel e megállapításokkal azt bizonyította, hogy a matematikai szerkesztései a hegedűépítés legfontosabb kérdéseiben, a lemezek vastagságarányaiban, teljesen csődöt mondanak, melyben ezek a gyakorlati eredmények minden hegedűépítők legnagyobb mesterénél, Stradivarinál, máris ellentmondásban vannak. Adolf Beck hegedűépítő mesternek is a „Musikinstrumenten-zeitung” 1925/10. sz.-ban megjelent cikkében – fejtegetésével lényegében egy véleményen vagyok – válaszolt Möckelnek, hogy Stradivari a tetőt majdnem kivétel nélkül azonos vastagságban tartja, mialatt a hátlemezeket (ahogy ez a hegedűépítéskor mindig) a perem felé gyengébbre vette. A vastagságok tehát nem mindenütt állnak arányban az arany metszéssel. Möckel az említett folyóirat következő számában ezt a messzemenőn helyes kifogást érthetetlenül, azon vélekedéssel utasította vissza, hogy a Stradivari tető vastagsága középtől kifelé csökken. Azt mondja: „Ha ő (Beck) egyetlen egy Stradivari tetőt fel tud mutatni, amelyik teljesen azonos vastagságban van kidolgozva, akkor azt hagyatékként, mint igen értékes ritkaságot egy múzeumra hagyhatja!” Azonban teljesen biztos tény, hogy Stradivari a tetőt majdnem mindig egyenlő vastagra készítette. Ezt többek között Otto Möckel is kifejezetten tanúsította az Apian-Bennewitz új kiadású könyvében. E tény fölött nincs vitának helye. Azonban valamilyen oldalról irányuló szörszálhasogatás lehetetlenné tétele végett hangsúlyozni kell, hogy Stradivari, ahogy más itáliai mester, a vastagságok kidolgozását illetően általában nem volt túlságosan pontos. Tehát egy egyenletes vastagságú tetőnél gyakran nála is vannak néhány tizedmilliméternyi ingadozások. Az öreg mesterek nem helyeztek különösebb súlyt a vastagságoknál a nagy pontosságra. Nyilvánvalóan felismerhették, hogy arra akusztikai szempontból nincs nagy szükség. Olyan kiváló mérőeszközök sem voltak, mint amilyenekkel manapság rendelkezünk. Ha valaki például egyenletes vastagság alatt egy $\frac{1}{20}$ vagy $\frac{1}{50}$ mm pontosságot ért – amit senki nem igényel –, akkor ilyen egyenletes vastagságú Stradivari tetőt aligha fog találni.

Középen egy 4,5 mm hátvastagságnál, ahogy Möckel még feltételezte, tehát egy tető éppen 2,8 mm (nem 3 mm!) legyen középen. Ha a hát 2 mm-re lecsökken, ahogy ez a legjobb itáliaiaknál olykor megtörtént, akkor a tető végül csak 1,2 mm lenne, ami már nagyon kevés. Ha a hát a hornyolat felé csak 1,6 mm lenne, ami kiváló hegedűknél is előfordul, akkor a tető a megfelelő helyen éppen csak 1,2 mm-t tenne ki, ami a legjobb itáliai hegedűknél aligha fordult elő. Otto Möckel az Apian-Bennewitz-nél (89 old.) az általa helyesbített szövegben Guarneri del Gesùt említve leszögezi, hogy ez a zseniális mester a tetőt középen esetenként csak 2,5 mm vastagra dolgozta ki, mialatt a pofarész 3 mm és afölé emelkedett. A hátlemeznek akkor középen 4 mm, a pofákon 4,85 mm vastagnak kellett lenni, ami teljesen ésszerűtlen arányt eredményezne.

A régi itáliaiak fő titka, ahogy azt Max Möckel az arany metszés szerinti vastagságok meghatározásánál feltételezi, a valóságban eszerint úgy mutatkozik meg, hogy annak alkalmazása egy „Stradivarinál” a nem eredetiségének biztos ismertetőjegyül szolgálna. De nehéz lenne egy másik kiváló itáliaitól olyan hegedűt találni, melynél a vastagságarányokat az arany metszés szabálya szerint alkalmazták. Egy ilyen hegedű nagy furcsaságnak számítana és a hegedűépítés irodalmában külön meg kellene említeni, természetesen készítőjének, gyártási

évének és tulajdonosának adataival együtt. Ebben az esetben kétségtelenül legalább bizonyos pontosság lenne a követelmény; egyébként az nem éppen aranymetszés nyújtaná. Alkalomadtán a tető és a hát közepét esetleg ilyen arányba lehet állítani, például 4,5:2,8; 4:2,5; 4,8:3 vagy 5:3,1 stb. Más részeken azonban akkor már szó sem lehet az aranymetszésről.

Gyakran van úgy, hogy a hát a pofákon vékonyabb, mint a tetőn, mialatt az aranymetszés szerint itt mindig vastagabbnak kellene lenni. Még egyszer eszembe jut az utóvizsgálatokkal kapcsolatban, hogy a hátvastagságból az aranymetszés alkalmazásánál mindig könnyű lenne megadni a megfelelő vastagságot, ha 0,618-cal (vagy 0,62-vel) szoroznánk, és ha – a tetővastagságból kiindulva – 0,618-cal osztani, vagy 1,618-cal szorozni kell, hogy a megfelelő hátvastagságot megtaláljuk. Möckel e számokat soha nem említette, mert ő nem a számszerű számításra, hanem csak a szerkesztésre gondolt. Azonban az utóvizsgálatokhoz ezek a számok kitűnőek és igen pontosak, sokkal pontosabbak, mintha egy ilyen 4 vagy 3 mm-es rövid szakaszokat az aranymetszés szerint mértanilag akarnánk felosztani; itt milliméter helyett inkább centimétert kellene alkalmazni és akkor ismét 10-zel osztani.

Ahogy már említettem, Möckel a nyakat és a csigát, valamint a húrláb formáját is matematikai szerkesztéssel találta meg és kapcsolatba hozta a testszerkesztéssel. Jóllehet a modern húrláb más, mint a Stradivari-húrláb, és a nyak hosszabb, mint a régi itáliai mesterek idejében, tehát mindezt számításba kell venni. A szerkesztés a régi és az új húrlábra, a régi nyakra és a modern hosszabbra is alkalmazható. Többet tulajdonképpen nem is kívánhatunk! Möckel – hogy a helyes ellenvetést, miszerint a Stradivari konstrukciót nem lehet minden módosításnál érvényesíteni – mint „bizonyosságot határoló valószínűséget” elfogadta, hogy Vuillaume, aki feltehetően az előző évszázad közepe táján az új húrláb és az új nyak megalkotója lehetett, rendelkezett a Stradivari hagyattal. Véleményem szerint nem kizárt, hogy Vuillaume kapott valamilyen Stradivari-rajzot, de nem azt, amire Möckel gondol, mert olyan – szinte biztosra vehető – egyáltalán nem volt. Ha Vuillaume ilyennel rendelkezett volna, akkor – Möckel elmélete szerint – Stradivarival teljesen egyenrangú lett volna, ami ismeretesen nem így volt. Azt is kérdésesnek tartom, hogy Vuillaume megteremtője volt-e a modern nyaknak. Franciaországban már jóval a 19. sz. közepe előtt hosszabb nyakakat helyeztek a régi hegedűkre. Hill szerint (213. old.): Lanzetti életrajzi jegyzeteiben megemlíti (Mailand, 1823), hogy a Mantegazza testvérek (az előző évszázad elején) gyakran kaptak olyan megbízatást, hogy a hangszerek nyakait a Párizsban uralkodó divat szerint hosszabbítsák meg. Tarisio, aki Möckel szerint a rajzokat átadhatta, első alkalommal 1827-ben járt Párizsban, azonban akkor nem került Vuillaume-val üzleti kapcsolatba. A hosszabb hegedűnyakak tehát már jóval előbb léteztek Párizsban.

Ha a régi itáliai mesterek – ahogy Möckel felveti – alkotásaiknál a négy beállított ötszöget alapul vették volna, az rendkívül feltűnő látomás lenne, mert még csak nyomát sem találták az ötszögeknek. Bagatella – aki Stradivari vagy Guarneri tanulója lehetett – egy szóval sem tett erről említést. Stradivari még meglévő rajzaiból – Hill szerint, 214. old. – a Marquis Dalla Valle gyűjteményében⁸² található egy Viola da gamba minta, egy 1716-ból való 12 húros Viola d'amore teljes kollekciója, két csellócsiga mintája, számos húrlábrajz stb. De semmi matematikai szerkesztés a négy ötszög segítségével!

⁸² Ez a gyűjtemény – amely formalemezekkel és *f*-nyílások rajzaival is rendelkezik, és eredetileg sok szerszámmal is tartalmazott – annak a tiszteletnek köszönheti a meglétét, amelyet Cozio di Salabue gróf táplált Stradivari iránt. Ezeket a tárgyakat a gróf 1755-ben Paolo-tól, Stradivari legfiatalabb fiától vásárolta meg.

Tény, hogy a régi itáliai mesterek a külső körvonalakat, boltozatokat és az *f*-nyílásokat saját rajzok alapján alakították ki. Möckel ezt azzal magyarázza, hogy céhkényszer akadályozta őket abban, hogy a szerkesztéseiket más is használhassa. Így azt is elfogadja, hogy a későbbi mesterek Stradivari kiválónak elismert formáját nem tették magukévá. Ha valóban egy céhkényszer – amit erősen kétségbe vonok – állta útját, akkor az még jó is lenne – gondolhatnánk – mert legalábbis a nagy mester fiai alkalmazhatták volna apjuk modelljét. Ez utóbbi azonban legtöbbször nem így történt. Ismeretes, hogy Andrea Guarneri fiai és tanítványai, Giuseppe és Pietro, a maguk útját járták és saját formát alkottak. Francesco Stradivari egyszer sem tartotta magát a sokkal tekintélyesebb apja modelljéhez, amit Niederheilmann is megfoghatatlannak talált. Ez nézetem szerint is megfoghatatlan.

Minden régi itáliai mester, köztük a csekély adottsággal rendelkező kézművesek is, bizonyos eredetiségre törekedtek. Így vagy úgy megtehették ezt. Nem volt nehéz cserélgetniük, mert felismerték, hogy egy meghatározott formához szolgai módon való ragaszkodás a hangzásra nem járna előnnyel – nekik elsősorban a hang számított. Könnyen meggyőződhetek arról is, hogy művésztársaik legnagyobbjai szintén gyakran változtatták formáikat, és sablonszerűen nem ragaszkodtak egy és ugyanazon modelljükhöz. Nincs matematikailag lefektetett Stradivari forma, még a mester úgynevezett alkotó periódusából sem. Emellett azonban nem kizárt, hogy a vezető művészeti irányzatok sokfélesége mellett a kivitelezésben ugyanazok maradnak, ahogy azt Stradivari *f*-nyílásainál látjuk.

Ezzel szeretném zárni a hosszas kritikai fejtegetéseket. Írásom tulajdonképpen megmutathatja, miben áll a hegedű rezgésgondja. A függelékben közölt fejtegetésemmel azt akartam bizonyítani, hogy mitől nem függ a rezgés, nevezetesen a matematikai szerkesztéstől. Munkám összeállítása során még egyszer behatóan foglalkoztam a hegedű matematikai szerkesztés kérdésével, és különösen a möckeli elmélettel.⁸³ Elhíhetik, hogy ez igen időrabló munka volt, amely hátráltatta a könyvem megjelentetését. Véleményem az ilyen matematikai szerkesztéseknek egyáltalán nem vet ellent, amennyiben azokat egy mester saját használatára akarja fordítani. Alkotásának ezzel kifejezésre juttatott önállóságával még elismerésre méltó is lehet. A Möckel-féle szerkesztés is bizonyára a hegedű tetszetős formáját eredményezi. Mivel az aranymetszés korábban csak egy mértéken felüli szerepet játszott, ezért nem lenne kizárt, hogy egyik vagy másik itáliai mester a rajzaihoz felhasználta. Mivel azonban alkalmazása akkor csak kerülő úton és anélkül következhetett be, hogy a hegedűn látható nyoma sem maradt, ezért nincs gyakorlati jelentősége.

⁸³ Munkám megírása is kinyomtatása során M. Möckel egy további cikksorozatot jelentetett meg a „Musikinstr.-Ztg.”-ban a régi itáliai konstrukciós titkáról. Azokban, többek között a szabályos ötszögeinek alkalmazása közben és a körszerkesztések sokasságával kereste a brácsa és a hegedű-forma kifejlesztését a csellóformából. Ezáltal lehetővé vált volna négy kvartetthangszert alkotni, amelyek összetartozó egységet alkotnának. E matematikai számításokban még kevésbé tartom megpillantani a Stradivari szerkesztési módot, mint a Möckeli könyv fejtegetésében, amelyet éppen bírálóan világítottam meg. Az előttem fekvő, 1926 április 5.-i utolsó szám szerint Stradivari a csellók, mélyhegedűk és hegedűk méreteit úgy rendezte, hogy a mélyhegedű és a hegedű normál korpuszhossza 40 illetve 36 cm a 76 cm cselló normál korpuszhosszal és egyúttal a 40 cm cselló menzúrával adódik (ez tehát egyúttal a mélyhegedű korpuszhossza lenne). Ha Stradivari valóban így számolt volna, akkor céltalan külsőség lenne a három hangszerfajta akusztikai felépítése számára, és hangzási összeállításuk kvartettkben teljesen közömbös lenne. Azonban Stradivari egyáltalán nem úgy járt el. A kisebb formátumú mélyhegedűjének normál hossza nem 40, hanem legalább 41 cm (például az ismert „Macdonald”-mélyhegedű), úgy hogy Möckel számítása a három korpuszhossz és a csellómenzúra számára ingatag lesz. Megállapításaimat kérem a Hill-nél feljegyzett valódi Stradivari hangszerek méretadataival összehasonlítani.

Ha valaki a jövőben azt állítja, hogy rátalált a régi itáliai mesterek szerkesztési módjára, akkor a következő kérdéseket kellene megvilágítani.

1. Érvényesnek tekinthető-e a szerkesztés (illetve annak vezető szempontja) teljes általánosságban a régi itáliai mesterekre, vagyis alkalmazható lenne-e minden forma számára?
2. Lehet-e ez a módszer csupán egy mester, vagy akár egy meghatározott alkotó-periódus számára egyáltalán alkalmazható?
3. Van-e egyáltalán olyan, kétségtelenül eredeti hegedű (a készítő, az év, a tulajdonos), amelyen végrehajtották e szerkesztési szabályokat?

Könyvemben alapvetően nem tértem ki a kérdésre, mennyiben bizonyítottak vagy igazolódtak be, hogy hegedűket ilyen vagy hasonló módszerrel építettek. Az a véleményem, hogy ezek inkább üzleti dolgok, amelyeket az olvasó általában nem tud ellenőrizni, de nem is illenek bele a tudományos könyvek témájába, amennyiben még élő készítőről van szó. Nagyon közel áll annak is a veszélye, hogy értébecslés kialakításánál meghatározóvá válnak a személyes indítékok.

IRODALOMJEGYZÉK⁸⁴

A felhasznált irodalmi művek betűrendi sorrendben.

Apian-Bennewitz, P.O., „Die Geige” (A hegedűépítés alapelvei), a hegedűépítés és vonókészítés, stb. 2. kiadás. Kiadta: Otto Möckel, Lipcse, 1920.

Bagatella, Antonio, „Regeln zur Verfertigung von Violinen, Violoncellen und Violonen” (Hegedűk, mélyhegedűk, csellók és nagybőgők készítésének szabályai) A munkájáért a Művészeti és Tudományos Akadémia az 1782-es évben a művészetek számára kitűzött díjat adományozta neki. Az Akadémia által megkoronázva. Olaszból németre fordítva is kiadták. 3. kiadás, Göttingen 1909.

Barton és munkatársai, kutatások a „Philosophical Magazine”-ban, 6 sorozat, 10, 12, 13, 18 és 20. kötet.

Beck, Adolf, „Die proportionale Konstruktion der Geige”. (A hegedű proporcionális megszerkesztése), Lipcse 1923.

Drögemeyer, Herm. Aug., „Die Geige” (A hegedű). Tüzetes útbaigazítás a nemzetközi tisztességtelen versenyről a hegedűépítés és a hegedűkereskedelem területén. 3. kiadás, Berlin 1903.

Ellis, Alexander J., „On the History of Musical Pitch, in Journal of the Society of Arts.” 1888 március 5.

Fétis, F. J., „Antonie Stradivari, luthier Célèbre, connu sous le nom de Stradivarius” Párizs 1856.

Grossmann, dr. Max, „Wie bestimmt man das Stärkeverhältnis der Resonanzplatten bei der Geige?” (Hogyan határozzák meg a rezgő lemezek vastagságárányait a hegedűnél?), Berlin 1899.

Hart, George, „The Violin: its famous makers and their imitators.” London 1875.

V. Helmholtz, H., „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik.” (Tanok a hangérzékelésekről, mint fiziológiai alapfeltétel a zeneelmélet számára). 6. kiadás, Braunschweig 1913.

Heron-Allen, E., „Violin-making as it was and is.” 2. kiadás, London 1884.

Hill, W. Henry Hill, Arthur F. Hill és Alfred E. Hill, „Antonio Stradivari, his life and work.”

Hill és fia, „The Salabue Stradivari. A history and critical description of the famous violin, commonly called ‘le Messie’.” London 1891.

Huggins, Margaret L., „Gio Paolo Maggini, his life and work.” London 1892.

Jonquièrre, Alfred, „Grundriss der musikalischen Akustik.” (A zenei akusztika kézikönyve), Lipcse 1898.

Lanzetti, Vincenzo, „Biografia Cremonese”, Mailand 1819/22.

Lütgendorff, W.L. báró, „Die Geigen und Lautenmacher vom Mittelalter bis zur Gegenwart.” (Hegedű és lantépítők a középkortól napjainkig). 3. kiadás. Frankfurt a. M. 1922.

Mailand, Eugène, „Découverte des anciens vernis italiens employés pour les instruments à cordes et à archet.” Párizs 1859. Megjelent a „Zeitschrift für Instrumentenbau” Kiadó fordításában. Lipcse, 1903.

Möckel, Max, „Das Konstruktionsgeheimnis der alten italienischen Meister.” (A régi itáliai mesterek konstrukciós titkai) „Der goldene Schnitt im Geigenbau usw.” (Az aranymetszés a hegedűépítésben stb.), Berlin 1925.

⁸⁴ Teljes terjedelemben megtalálható Frhr. v. Lütgendorff: „A hegedűirodalom” c. híres művének 1. kötetében. Továbbá lásd: Adler, Eduard, „A vonós hangszerek ápolása és kezelése – függelékkel együtt”: Művek a vonós hangszerek speciális irodalmából.

- Mordret, Léon**, „La lutherie artistique.” Párizs 1885.
- Müller-Pouillets**, „Lehrbuch der Physik.” (A fizika tankönyve). 1. kötet, új kiadásban Leop. Pfaundler-től. Braunschweig 1886.
- Niederheitmann, Friedrich**, „Cremona.” 6. kiadás. Kiadta dr. E. Vogel. Lipcse 1922.
- Otto, Jak. Aug.**, „Über den Bau der Bogeninstrumente und über die Arbeiten der vorzüglichsten Instrumentenmacher usw.” (A vonóhangszerek építéséről és a legkiválóbb hangszerkészítők munkáiról stb.), Új kiadás, Jena 1886.
- Petherick, Horace**, „Joseph Guarnerius.” London 1900.
- Piccolellis, Giov. de**, „Liutai antichi e moderni usw.” Firenze 1885.
- Riechers, August**, „Die Geige und ihr Bau.” (A hegedű és annak építése). 4. kiadás 1912.
- Riemann, Dr. H.**, „Musiklexikon.” 9. kiadás. Összeállította Alfred Einstein. Lipcse 1919.
- Rühlmann, J.u.R.**, „Die Geschichte der Bogeninstrumente.” (A vonóhangszerek története). Braunschweig 1882.
- Ruth-Sommer, H.**, „Alte Musikinstrumente.” (Régi hangszerek). Vezérfonal a gyűjtők számára. 2. kiadás. Berlin 1920.
- Sachs, Curt**, „Die Musikinstrumente.” (Hangszerek). Breslau 1923.
- Savart, Félix**, „Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archet.” Párizs 1818. L’Institut: „Science mathématiques, physiques et naturelles.” Nr. 319, 321, 322 à 327. Sa vart elméletét a „Zeitschrift für Instrumentenbau” fordításban leközölte. 17. kötet, 1896/97, 7, 9 és 10. számban (ebből idéztem, a szerző).
- Schulze, Carl**, „Stradivaris Geheimnis.” (Stradivari titka) , Berlin.
- Schumann, Karl Erich**, „Akustik.” Breslau 1925.
- Seiffert, Alfred**, „Eine Theorie der Geige auf mechanischen Grundlage.” (A hegedű elmélete mechanikai alapon), Lipcse 1922.
- Simoutre, N.E.**, „Ein Fortschritt in der Geigenbaukunst.” (Előrelépés a hegedűépítő művészetben). 2. kiadás. Rixheim 1887.
- Spohr, Ludwig**, „Selbstbiographie.” (önéletrajz). Cassel és Göttingen 1860/61.
- Vadding, M.**, „Das Violoncello und seine Literatur.” (A cselló és irodalma). I. rész: „Entwicklung, Form und Bauart des Violoncellos mit Konstruktionstafeln.” (A cselló kialakulása, formája és építésmódja szerkesztési táblázatokkal). II. rész: „Die Violoncello-Literatur von Max Merseburger.” (A cselló irodalma Max Merseburger-től). Lipcse 1920.
- Vidal, Antonie**, „Les instruments à archet.” Párizs 1876/78.
- Wasilewsky, W. J. v.:** „Das Violoncell und seine Geschichte.” (A cselló és története). Lipcse 1889.
- Zammier, F.**, „Die Musik und die musikalischen Instrumente in ihrer Beziehungen zu den Gesetzen der Akustik.” (A zene és a hangszerek az akusztika törvényével kapcsolatban). Giessen 1855.