

állati törzset bizonyos helyhez oda erősítik, s hogy ezen vékony kacsalakú részek csakugyan állatok, bizonyítja azon körülmény, hogy ha a törzset fölfordítjuk az előbbi ivari vagy tápláló állat válik kacscsá, a kacsok ellenben ivari vagy tápláló állatokká lesznek.

A sokalakuság néha még sokkal bonyolódottabb; péld. a *Siphonophoráknál*. (21. ábra.) Itt a petéből egy csillás kis embryo fejlődik, ebből lesz egy úszó bambónélküli polyp, mely később bimbót hajt, ez hosszú kaposzkodó, számos görcsői fegyverrel ellátott fonallá alakul (a), de nem sokára sarjadzik egy második, tápláló állat (b), a törzs mindig nagyobbá lesz, súlya növekedik, ennél fogva képződnek most az egyik végén szájnélküli meduzák, az úgynevezett uszóharangok (h). A megragadási szervek közelében új bimbók keletkeznek, melyek laposakká, szalagalakúakká válnak s általában a többiek oltalmára szolgálnak (c); az így oltalmazott tápláló egyének közt új tapintó egyének fejlődnek s végre fejlődnek ki rajta az ivari állatok (i), melyek vagy olyanok, hogy elválnak s szabadon uszkálnak, vagy pedig olyanok, melyek a törzsön ülve maradnak. A sokalakuság tehát egy sok egyénből álló egyént tüntet fel, s mint az állatvilágban mindenütt, itt is azt látjuk, hogy az állatok alkotása mindig a meglevő körülmények szükséges következménye.

KRIESCH JÁNOS.

## A ZENEI ÖSSZHANG PHYSIKAI OKÁRÓL.

(Felolvastatott az 1871. április 19-én tartott szakgyűlésen.)

A zene a művészetek közt kivételes állást foglal el. Míg a költészet és a képző-művészetek bizonyos képzetek és eszmék által hatnak reánk, addig a zeneművészet anyag gyanánt közvetlenül érzéki benyomásokat t. i. *hangokat* használ. Igaz, hogy egy költemény nyelve, egy festmény színezete szintén fontos tényezői a mű becsének, de mivel mégis csak *alaki szempontból* jönnek tekintetbe, alá vannak rendelve a mű belső tartalmának. A zenemű ellenben közvetlenül hangokból, vagy inkább *hangérzetekből* (Tonempfindung) épül. Ezek közvetlenül kedélyünkre hatnak, ennek hangulatát folytonosan változtatván. Olykor a zenész hangutánzásokat használ, bizonyos képzetek előidézésére s így hasonló cél felé törekszik, mint a költő a szavak által, de ez éppen csak kivételesen történik; ott a hol fődologgá válik, megszűnik a valódi zene. A hangfestés mindig a művészetten kívül állott.

Azon körülménynél fogva, hogy a zenészet nem a gondolat or-

szágából veszi anyagát, hanem a testvilág azon változásaiból, vagyis mozgásaiból, melyeket hangoknak nevezünk; lehetséges volt, tisztán természettudományi alapból kiindulva, a zene szépirodájának alapját megvetni, és azon élvezetet és tetszést, melyet bennünk egy zenemű hallása előidéz, tisztán *physikai és physiologiai* tényekből kimagyarázni.

Az első és főkérdés ezen téren, hogy mi annak az oka, hogy bizonyos egyidejűleg megcsendülő vagy egymásra következő hangok kellemesen hatnak reánk, *összhangzanak*; míg más hangok egymással össze nem férnek, fülünket sértik vagyis *széthangzanak*. Ki fog tűnni elméledésünkből, hogy ezen tünemény oka nem *lélektani*, hanem hogy a *zenei összhang* csupán természettani és élettani törvényektől függ.

Mielőtt azonban szorosán ezen kérdés megoldásával foglalkozhatnánk, közelebről kell vizsgálnunk azon anyagot, melyből a zeneszerző műveit összerakja, t. i. a hangok természetét.

A hang előidéztek a testrészecskék rezgései által. A hangrezgést mindig a rugalmassági erők tartják fenn, vagyis azon erők, melyek felébresztetnek, ha egy test akármily alakváltozásnak vetetik alá. Folyadékokban és gázokban a hangrezgés mindig a terjedési irányban történik, úgynevezett *hosszrezgések* által, mivel a folyadékok egyes részei közt jelentékeny összefüggés nem létezik s így azokban csak összenyomás által ébreszthetők rugalmassági erők. Szilárd testek ellenben *hossz- és harántrezgésekre* képesek, mivel ott már az összetartás elegendő a rezgések fentartására. Ezen utóbbi rezgések alkalmával a rezgő részecskék nem a terjedés irányában mozognak, hanem erre merőlegesen, s azért ekkor nem is áll be sűrítés vagy ritkítás a rezgő testben, mint az előbb említett hosszrezgéseknél.

Olyan rezgések kisebb nagyobb mértékben minden mozgásnál idéztetnek elő. A rugalmassági erők a test részecsei közt lappangnak, azok közt az egyensúlyt föntartva. De ha ezt, bármily ok valahol megzavarja, az egész test rezgésbe jön, sőt a mozgás még más testre is kiterjed és pedig annál nagyobb mértékben, minél kevésbé eltérő a rezgő test sűrűsége a környezet sűrűségétől. Ha tehát egy test megrezdül, ez a körüle levő közeget szintén hasonló mozgásba hozza. Ezen mozgás hullámokban terjed a közegben, legyen ez akár víz, akár levegő.

Szervezetünk egy különös szerkezettel bíró érzékkel van ellátva, mely sokkal nagyobb mértékben képes oly hullámokat, (ha ezek a bennünket környező légtengerben terjedve hozzánk eljutnak) észrevenni, mint a testbőr, ha csak ezen rezgések gyorsasága bizonyos

határok közt van; sőt ezen szerv a rezgések gyorsaságát is igen finoman megkülönbözteti egymástól. Ezen érzéki szerv a fül; azon rezgések pedig, melyeket felfog, a hangrezgések.

Helmholtz kísérletei folytán már igen valószínű, hogy az emberi fül, hang gyanánt csak oly rezgéseket érez, melyek egy másodperc alatt legalább 30-szor ismétlődnek, míg Dr. König, Párisban, olyan hangoknál, melyek rezgéseinek száma 25-től 30,000-ig terjedt egy másodperc alatt, a hallhatóság felső határát érte el.

A zeneileg használt hangok azonban sokkal szűkebb határok közé szorítkoznak. Az igen magas, valamint az igen mély hangoknál, megszűnik az emberi fül különben oly nagy érzékenysége a hang rezgési gyorsaságára, vagyis *magasságra* nézve. A legfelsőbb, még hallható hangok a fülre igen kellemetlenül hatnak. A hangok hallhatóságának határa azonban az egyes embereknél koránsem egyenlő. Van sok ember, ki a tücskök czirpelését már nem hallja. Még az életkor is bir befolyással ezen határra, a mennyiben az öregebb embernél a hangok hallhatósága sokkal kisebb határokra szorítkozik.

A hangok egymástól *magasságra* és *erősségre* különböznek. Az utóbbi körülmény koránsem érdekel bennünket annyira, mint az előbbi, azaz a hangok magassága, vagyis rezgéseiknek száma bizonyos idő alatt.

Ezen rezgési szám meghatározására szolgál az úgynevezett *szirén*, azon eszköz, melyet legegyszerűbb alakjában Seebeck szerkesztett. Áll egy korongból, mely kerületén bizonyos számú, egyenlő távolságban levő lyukakkal van ellátva. Hogy ha ezen korong sebes forgásba jő és a lyuksor felé levegő fuvatik, akkor, a légáram folytonos megszakítása következtében, a közellevő levegő rezgésbe jő. Minél gyorsabban történik a légáramnak ezen megszakítása, annál gyorsabb a rezgés, annál magasabb a hang. Cagniard Latour tetemesen javította és tökélyesbítette ezen eszközt, a mennyiben erősebb hangot lehet vele előállítani és a rezgéseket — bizonyos időszak alatt — meg lehet olvasni.

Ezáltal tehát képesek vagyunk a különféle hangok rezgési számát megolvasni, az az *magasságukat* megmérni. Mostanáig csak egyszerű hangokat tételeztünk fel. Azonban olyanok a természetben jöllehet soha sem fordulnak elő. Hogy ha valamely testet bárhogy rezgésre birunk, akkor ez nem csak mint egész rezeg, hanem rezgés közben kisebb részekre oszlik, melyek mind önállóan végzik rezgéseiket, anélkül azonban, hogy egymást, vagy a fő- és egyszersmind leg-erősebb rezgést gátolnák.

A kifeszített húr, hogy ha újjunkkal meghuzzuk, vagy kala-

pácscsal rá ütünk, nem csak mint egész rezeg, hanem annak fele, harmad, negyedrésze stb. szintén rezeg, szintén hangzik, úgy hogy az erős főhang mellett, még oly hangokat is hallunk, melyek 2-szer, 3-szor, 4-szer nagyobb rezgési számmal bírnak, mint az egész húr hangja. Éppen ez történik rezgő fémpálczák-, légoszlopoknál. Az ezen módon összetett hangok *zöngének* (Klang) nevezzük. A zöngé áll tehát egy *alaphangból* és *felhangokból*; az utóbbiak abból keletkeznek, hogy a testek nem csak egészben, hanem egyes részeikben is megrezdülnek.

A zöngék tehát egyenlő hangmagasság mellett (értve az alaphangot) még tetemesen különbözhetnek egymástól, mint ezt már a hallásból is tudjuk. Mennyire különbözik például a hegedű hangja az épp oly magas orgona- vagy trombitahangtól? Ezen különbségnek oka egyedül a felhangok számában, magasságában és erősségében rejlik. Azt szokás mondani, hogy a zöngék hangszínre nézve különböznek egymástól. A *hangszín* (Klangfarbe, Timbre) tehát csak is a zöngé felhangjaitól függ.

Azon ellenvetést tehetné valaki, hogy ezen felhangokat nem lehet hallani, mint ennek történni kellene, ha csakugyan az alaphang mellett még más hangok volnának. De ezen felhangokat csak is némi gyakorlat után vesszük észre, hogy ha t. i. sikerül figyelmünket rájuk irányozni. Úgy vagyunk velök, mint számos érzéki benyomással, melyek, ámbár mindig jelen vannak, de éppen azért, mert már hozzá szoktunk, figyelmünket kikerülik. — Szemünkben az ideghártya véredényei folytonosan vetnek árnyékot a fényérző rétegre és ezen árnyékot még sem látjuk, mert szemünk már gyermekkorunk óta hozzászokott. De ha egyszer szokatlan irányból jő a fény, akkor egy egész hálózat tűnik elő, melyben a vastagabb visszereket meg lehet különböztetni a vékonyabb üterekről. Ki gondolta volna Mariotte felfedezése előtt, hogy ha egy szemmel nézünk, a látmező egy bizonyos helyén soha semmit sem látunk? Ezt a fel-tűnő jelenséget nem vesszük észre, pedig ezen „*vak folt*“, mely a látideg belépési helyének megfelelő, oly nagy, hogy 8 telihold is elférne rajta.

Éppen úgy vagyunk a felhangokkal is; ha egyszer tudjuk, hogy mily magasságban kell egy bizonyos hangot keresnünk, akkor könnyebben kihalljuk az egész zöngéből. — Helmholtz oly eszközt szerkesztett, melynek segítségével az illető hangot mindenki nehézség nélkül észreveheti. Ezen eszköz, mely a hangokra nézve a *prizma* és *nagyító* tulajdonságait egyesíti, a mennyiben az összetett hangok elemzésére szolgál és az egyes hangokat, ha még oly gyöngék is, hallhatóvá teszi, a *rezonator*. Hogy ezen készülék hatását és szerke-

zetét megértsük, előbb a hanghullámok *közlékenységéről*, *együtthangzásáról* kell szólnom.

Sokszor tapasztaljuk, hogy a zongora bizonyos hangjára egy vagy más ablaktábla megzörren. És csak éppen ezen meghatározott magasságu hang bírja ezen rokonszenvi nyilatkozatra az üvegtáblát. Továbbá, hogy ha a zongora húrjai felé egy határozott, erős hang énekeltetik, a zeneműszer halkan felel ugyanazon hanggal.

A hangvillát, ha megütöm és kézben tartom, nem hallani, míg ha üvegpohár felett tartom, akkor nagyobb teremben is hallatszik a hang, de ez most nem a villa, hanem azon légtömeg hangja, mely a pohárban van és a hangvilla által gerjesztett lég-hullámok behatása alatt megrezzent.

Hogy ha most az üvegben foglalt légtömeget másképpen hozom rezgésbe, péld. azáltal, hogy légáramot vezetek el nyílása fölött, akkor halljuk, hogy az ezáltal keletkező hang, tökéletesen megegyezik az előbbenivel, t. i. a villa hangjával. Ezen tapasztalat megmagyarázza az egész *együtthangzási tüneményt*. Hogy ha t. i. egy bizonyos test méretei olyanok, hogy azon hang, melyet ad, rezgésbe jövén, megegyezik egy más hangforrásból kiinduló és a légtérben terjedő hanggal, akkor ezen test meg fog rezdülni azon szabályos lüktetések, (impulsusok) következtében, melyek éppen azon ütemben történnek, mint saját rezgései. Két egészen egyenlően hangolt és rezonancz-szekrényvel ellátott hangvillával az együttrezgésnek egy meglepő tüneményét lehet megmutatni. Ha a hangvillát meghúszom és azután megszüntetem a hangját, akkor még mindig hallani hangot, mely most a másik villából indul ki, még ha az tetemes távolságban van is a hangforrástól. Az első hangvilla rezgései tehát a rezonancz-szekrény közbejárása által származtatnak át a szabad légtérre és úgy eljutnak a másik villa szekrényéhez a hol — ellenkező úton — ismét a szekrény közvetítése által a villát indítják rezgésre.

Ezen tüneménynyel tökéletesen analóg az, hogy egy kis fiú is képes nagy harangot mozgásba hozni, ha csak azon ütem szerint húzza a kötelet, a melyben a harang, méreteinél fogva leng. Azon apró hatások, miket egyszerre képes a kötél által átszármaztatni a harangra összegeződnek, és végre az ütőt mozgásra indítják. Azonban ha a harangozó nem pontosan azon időmérték szerint húzza a kötelet, melyet a harang mozgása megkíván, akkor soha sem fogja azt erős kitérésre birni, mivel saját munkáját részben mindig le-  
rontja.

A Helmholtz által alkalmazott *rezonator* közönségesen gömbalaku üveg vagy fémedény. Két nyílása van, melyek egyike a

halláratba illeszthető, míg a másik a szabad légtér közlekedését a rezonátor levegőjével eszközli. A eszköz méretei, valamint a nyílások nagysága, aképpen van választva, hogy a bentfoglalt légtömeg saját hangja (Eigentone) épp annak felel meg, melyet egy bizonyos zöngéből vagy hangkeverékből ki akarunk hallani.

Hogy ha azután ezen hang csak igen gyengén megzendül is, akkor, *egybecsengés* következtében, a rezonátor levegője megszólal és ezen hangot tetemesen erősítve harsoghatja fülünkbe. Egy olyan rezonátor azonban nem csak egy hangra szólal meg, hanem mind azon hangokra is, melyek saját felhangjainak megfelelnek, vagy ezekhez igen közel állnak, csak hogy itt az együttrezgés sokkal gyengébb, mint az edény főhangjánál. Hogy ha tehát elég olyan rezonátor áll rendelkezésünkre, ezek segítségével a zöngéket elemezni lehet, az az egyes hangjaira szétbontani.

*Hallási szervünk*, a mennyire ennek berendezését és működését ismerjük, szintén egy olyan rezonátor-készülék, csak hogy ez igen komplikált szerkezetű. Csak bizonyos részek együttrezgése által lehetséges, hogy a fül a száz meg száz különféle magasságu hangból összetett hangkeveréket képes szétbontani egyes hangjaira, mint ez péld. egy hangversenyteremben történik, hol a különböző műszerek hangjait, az emberi hangokat a legkisebb neszig, egymástól megkülönböztetjük. Ezen csodaszerű érzéki szerv legfontosabb része az úgynevezett *csiga*, mely a Corti-féle hártya által 2 részre választatik. Ezen hártával összeköttetésben vannak a Corti-féle ívek és rostok, melyekre nézve Helmholtz azon véleményt fejezte ki, hogy az egyes rostok azon húrokat képezik, melyek a különféle hangokkal egybecsengnek. Újabb vizsgálódásokból azonban kiderült, hogy ezen Corti-féle ívek és rostok nem okvetlen szükségesek a hallásra, mivel a madaraknál és a hullóknél egészen hiányoznak.

Ennek következtében magát a Corti-féle hártát kell azon tulajdonsággal felruházni, hogy a zöngék elemzése általa történik. Ezen hártya a csiga hosszirányára merőleges rostokból áll, melyek erősen ki vannak feszítve. Hensen úgy találta, hogy a hártya szélessége igen különböző. A legkisebb szélesség a csiga alsó részében 0,041 milliméter, a legnagyobb 0,495 millim.

Az oly hártya, mely alakjára és szerkezetére nézve megegyezik a leírt Corti-féle hártával, elméleti szempontokból ítélve, úgy tekinthető, mint egy húrrendszer, hol az egymásra következő hangok igen közel állanak egymáshoz. Ezen hártya, együttrezgés következtében, bizonyos rostjaiban rezgésbe jő, éppen úgy, mint midőn a zongora húrjai valamely hangra felelnek. Azonban itt ezen együttrezgés sokkal erélyesebb lesz, mint a felhozott példában, mert a

hártya a fülvíz rezgései által megindíttatik, tehát oly anyag által, melynek sűrűsége a hártyáéval majdnem megegyezik; — tudjuk pedig, hogy ez a föltétel megkivántatik arra, hogy a hang közlése leghatályosabban történjék. Azon körülmény, hogy a hang oly közegben terjed, mely, (mint a körlég) majdnem 800-szor ritkébb mint testünk anyaga, rendkívüli mértékben nehezíti a hanghullámoknak szervezetünkkel való közlését. De ezen nehézség fülünk czélszerű berendezése által nagyrészt ki van küszöbölve. Csak mióta a dobhártya és a vele kapcsolatban álló hallcsontocskák mechanikáját ismerjük, melyek a légrészecskék mozgékonyosságát egyesítik a labirinthviz sűrűségével és így képesek a lég rezgéseit átszarmaztatni a belső fül folyadékára, foghatjuk fel miképp válik lehetségessé hallási szervünk rendkívüli érzékenysége.

A csigán kívül, mint tudjuk, a fülben még egyéb részek is vannak, melyek alkalmasint egyes hangok erősbitésére szolgálnak, mivel szintén a hallideg kiágazásaival vannak összeköttetésben, mint a Corti-féle membrán. Ide tartoznak apró szálak és szőrök, melyek — úgy látszik — különféleképpen vannak hangolva. Hogy oly szőrök bizonyos hangokra csakugyan rezgésbe jönnek, azt Hensen, görccső alatt, egy kis rákon tényleg észlelte. (A Crustaceaeák hallszörei t. i. testük külső felületén vannak). Ezen szőrök közt némelyek, egy kürt felhangjaira, erős rezgésbe jöttek.

Helmholtz a rezonátorokkal megvizsgálván a különféle zenei zöngéket, ezek hangszínét illetőleg a következő eredményekre jutott.

A zeneileg használt zöngék közönségesen gazdagok felhangokban; és pedig leginkább csak olyanok fordulnak elő, melyek 2-szer, 3-szor. stb. magasabbak mint az alaphang. Vagyis zenei műnyelven kifejezve, az alaphangot a következők kísérik: az octáva, duodecim, 2-ik octáva, ennek nagy tercze, quintje és nagy septimje, a 3-ik octáv s i. t.

Az elsőrendű felhangok rendszeren meglehetősen erősen hangzanak az alaphang mellett, a felsőbb rendűek ellenben gyöngébben. A zenében használt hangforrások: *rezgő húrok, légoszlopok és nyelvek vagy hártyák*. A kalapáccsal ütött zongorahúrnál közönségesen csak 6 felhang észlelhető, ellenben nyirettyűvel meghúzott hegedűhúrnál 12 felhang még tisztán hallható. Ezáltal a hegedű hangja sajátos éles hangszínt nyer, de éppen ezen tulajdonságnál fogva van hivatva ezen hangszer a zenekarban a főszerepet vinni; mert éles hangja az egész hangtömeg felett uralkodik.

Rezgő légoszlopok az orgonasípokban szolgáltatnak zenei hangokat. Sípoknál a felhangok igen gyöngék, azért ezek üresen és tompán hangzanak. Ez okból egy hang előállítására közönségesen

nem egy síp használtatik, hanem az alaphangot adó síp mellett még több is használtatik, melyek a felhangoknak felelnek meg (Mixturregister.) Végre még rezgő nyelvek és hárttyák is szolgálnak zenei hangok létrehozására. A phisharmonikában péld. fémnyelvek fúvatnak meg erős légroham által. Ezen nyelvek hangja igen gazdag felhangokban, s azért ezen zeneműszernek szintén igen éles és jellemző hangszíne van.

Még egy érdekes zeneműszer van hátra, melynek hangja a szép hangszín, biztos és pontos kezelés tekintetében minden más műszert felülmúl, t. i. az emberi gégefő. E csodálatos kis szerv 2 hárttyából áll; erősebb megfeszítés által magasodik a hang, meglazítás következtében mélyebb lesz. Ezen hárttyák fujtatója a tüdő, a szájüreg különféle idomítása pedig tetemesen erősbítheti a hangot, a mennyiben a szájüreg rezonátorként hat. Kaucsuklemezekkel ezen készülék könnyen utánozható.

Annyira hozzá szoktunk, az emberi hangnál csak a kifejezésre, nem pedig a hangra magára figyelni, hogy ennek felhangjait igen nehéz észre vennünk. Sokáig azon vélemény volt elterjedve, hogy nincsenek is felhangjai. Helmholtz azonban — a rezonátorok segítségével — kimutatta, hogy az emberi hang igen gazdag hangszínnel bír, s hogy több és jobban keveredett felhangjai vannak, mint bármely hangműszernek.

Ezzel eljutottunk főkérdésünk fejtegetéséhez: felkeresni a fizikai, azaz a hangrezgés természetében fekvő okokat, melyeknél fogva bizonyos hangok fülünkben egy kellemes benyomással folynak össze, míg mások ismét, mint a leghevesebb ellenségek egymást megtámadják és a nyugtalanságnak kiállhatatlan érzetét idézik elő. Ennek magyarázata folyománya egy oly tüneménynek, mely a hullámmozgás természetében fekszik. Hogy ha két hullámrendszer, pl. a víz felületén egymással találkozik és a hullámok hosszúsága a két rendszerben tökéletesen egyenlő, akkor ezek vagy erősítik, vagy pedig egészben vagy részben megsemmisítik egymást.

Ha hullámhegy hullámhegygyel és völgy völgygyel esik össze, akkor a keletkező hullám magasabb hegygyel, mélyebb völgygyel fog birni; ellenben ha hegy völgygyel, és megfordítva összeesnek, akkor a 2 hullámrendszer megsemmisíti egymást; a vízfelület simán marad. Ugyan ez történik a levegőben is a hanghullámokkal, csak hogy ott a hullámhegynek sűrített, a völgynek légritkított hely felel meg. Két hang, mely egészen egyenlő hullámhosszal bír, vagy a mi egyre megy, egyenlő gyorsasággal bíró rezgésnek felel meg, vagy erősítik egymást, vagy, bizonyos feltételek mellett, gyengítik, sőt megsemmisítik egymást. Ezen *hangtalálkozást* vagy *interferenciát*

lehet péld. két egyenlő síppal mutatni, mely külön légkamrából kapja levegőjét. Ha csak egy síp fuvatik meg: erősen hangzik, ha pedig mind a kettő, akkor a levegő egyszer az egyik, a jövő rezgésnél pedig a másik sípba tódul, úgy, hogy a légrészecskék a 2 sípban mindig ellenkező irányban mozognak. Valamely légrészecske pedig, mely a két síp közelében van, egyszerre két egyenlően, de ellenkező irányban ható löktetésnek van kitéve, melyek következtében nyugalomban marad.

Első pillanatra mindenesetre feltűnő, hogy hangot hanghoz adva, csend állhat be; de mivel a levegő rezgése egészen megfelelő rezgés által megsemmisíthető, azért a hang, mely éppen csak ezen rezgés fülünkre való hatása, szintén hang által szünhetik meg.

Hogy ha két hang nem tökéletesen egyezik egymással, hanem az egyik valamivel gyorsabban rezeg mint a másik, akkor szintén hangtalálkozás áll be, de ez már nem lehet tökéletes, mivel az egyik hullám valamivel hosszabb a másikonál, s megtörténik, hogy egyszer két hullámhegy esik össze, miáltal a hang erősbül, azután folytonosan fogy az intenzitása, míg az egyik hullámhegy a másik völgygyel találkozik, miáltal a hang egy pillanatra egészen megszűnik. Azután ismét hallatszik a hang, növekvő erősséggel, míg ez legnagyobb értékét érte el. Két hangnak ilyféle, részben való találkozása, melynél ezek tehát folytonosan majd erősbítik, majd gyöngítik egymást, *hangingadozásoknak* (Schwebungen der Töne) neveztetik, és a hangerősbülések *hangütéseknek* (Tonstösse). Egy kis elmélkedés megmutatja, hogy egy bizonyos időszakban ezen hangütések száma összeesik a két hang rezgési számának különbségével. Minél közelebb áll tehát a két hang, annál lassabban következnek ezen ütések egymásra. Minél távolabb állanak egymástól, annál gyakrabban áll be ezen tünemény, de annál gyengébbek is az ütések. És most már könnyen belátjuk, hogy miért hangzik össze két egyenlő magas hang, mely háborgás nélkül elfolyik egymás mellett, és miért zavarja egymást két hang, mely igen közell áll az összhangzáshoz.

Az emberi fül se a hang folytonos átmenetben történő magasságváltozását el nem türi (azért oly kellemetlen a szirén hangja és a szél süvöltése a kéményben), se az ezen módon történő intenzitás-változást. A physiológiai ok éppen az, a miért kellemetlen a lobogó, csillogó láng szemünkre, vagy a kefével való dörzsölés bőrünkre nézve.

Két egyenlő síp vagy hangvilla segítségével könnyen illusztrálhatjuk a mondottakat. Az egyik sípot azáltal, hogy hosszát megváltoztatom, az egyik villát pedig kis viaszdarabbal elhangolhatom. Minél erősebb mértékben történik ezen elhangolás, annál keményebb a

széthangzás, míg egy félhang különbségnél legnagyobb értékét éri el. Ha a különbség másfél vagy két egész hang, akkor az összhangzás ismét beáll.

De ezen magyarázat csak olyan hangok összhangzását teszi érthetővé, melyek egymással magasságra megegyeznek. Tudjuk pedig, hogy mind olyan hangok, melyek rezgési száma kis számok által fejezhető ki, összhangzanak.

Például az octáv, quint, quart stb.  $1 : 2$ ,  $2 : 3$ ,  $3 : 4$ . és i. t. De ha meggondoljuk, hogy a zeneileg használt hangok tulajdonképpen mindig több hangból összetett zöngék, akkor érthetővé válik, hogy két oly zöngé, még akkor is összhangzik vagy széthangzik, ha az alaphangok nem is egészen vagy közel összeesnek, hanem ha ugyanez történik a zöngék felhangjaival is. Ez az eset akkor áll be, ha a zöngék alaphangjai oly intervallumot képeznek, mely kis számok által kifejezhető.

Egyszerű hangok tehát csak akkor akkor hangzanak össze, ha magasságuk tökéletesen egyenlő, ha ez egy tercznál nagyobb különbséget mutat, akkor a két hang egészen idegen egymáshoz, fülünk semmiféle rokonságot nem vesz észre.

A zene történeti fejlődésében eljutott a harmonikus zenéhez, mely az *egy alaphanghoz való rokonságot* legfelsőbb elvének tekinti (Das Prinzip der Tonalität). Azon egész hangtömeg t. i., melyben egy újabbkori zenemű mozog, egy bizonyos tetszőlegesen felvett hangból, az úgynevezett *tonicából* (alaphangból) indul ki, a melybe azután végül rendszeresen ismét visszatér. Az átmenet az egyik accord-ból a másikhoz éppen a felhangok közbejárásával történik, csak néha-néha jönnek be idegen hangok, egy-egy dissonanzia, mely a reá következő consonanziát annál tisztábban tünteti fel. — Ezen *tonalitás elve*, melynél fogva valamely zeneműben a tonicához való rokonság uralkodik, követeli, hogy csak a közel rokon hangok közvetítésével lehessen más hangokhoz átmenni. Azonban ez nem az egyetlen lehetséges zenei vezérelv, hanem csak a mi zenei modorunk (Stil). Az összhangzás és széthangzás azonban minden lehető zenének alapja, mert ez hallási szervünk berendezésével szoros összefüggésben van. Ezen 2 tényező váltakozva befoly a hangok mozgására, majd a hallideget ellenséges hangok ütéseivel gyötörvén, majd ezen ellenségeskedést feloldván egy összhangzásba, mely után a fül a dissonanziánál annyira vágyódik.

\* \* \*

A mennyire a rendelkezéseimre álló rövid idő alatt lehetséges volt, igyekeztem azon főtényezőt, melyet minden kor és minden nép

zenéjében észlelni lehet, vissza vezetni egyszerű természettani törvényekre, melyek abból veszik eredetöket, hogy a hang a testek rezgései által jő létre, és ezen tényekből (hozzávéve hallási szervünk berendezését) magyaráztuk ki a zenének alapelveit.

Majd az egész *hangérzetek tana*, mely a zene elméleti alapját képezi, egy tudós műve. Helmholtz volt az első, ki a hangtani elméletekben az előbbeni önkényes és azért a valósággal össze nem férő eredményeket adó felvételeknek véget vetett és okszerűbb alaptól indult ki. Neki jut azonkívül az egész élettani hangtanból az oroszlánrész. Helmholtz vizsgálódásai az utolsó évtizedből valók. A legnagyobb zeneszerzők tehát a nélkül teremtették műveiket, hogy ezen szabályokról és törvényekről csak sejtelmük lett volna. És ezen művek mégis mind azon törvényeket követik. Világosan láthatjuk ebből, hogy az ember még ott is, hol egészen öntudatosan vél eljárni, öntudatlanul követi azon örök törvényeket, melyeket szervezetének berendezése szab elé.

HELLER ÁGOST

## DARWIN LEGÚJABB MŰVÉNEK UTOLSÓ FEJEZETE.

A nagy hírű szerző e legújabb művének\*) végső (XXI-ik) fejezete ez idő szerint talán méltán volna nevezhető „*Darwin utolsó fejezetének*” is. — Az angol írók szokása szerint még egyszer röviden összevonva előadja e zárfejezetben mind azt, mit az egész műben részletes tételekkel megmagyarázva fejtegetett. De maga e mű egyszersmind, melyben az emberre alkalmazva tárja fel a 61 éves tudós eddigi kutatásainak eredményét, mintegy befejezése levén eddigi összes törekvéseinek, e zárfejezet kettősen érdekes lehet előttünk. Ebben mondja el mintegy legutóbbi hitvallását, ebből látszik ki legvilágosabban, hogy annyi évi munka és gondolkodás mily nézetekre vezette körünk e mindenesetre legnagyobb bölcselőjét, — s ebből látszik ki legvilágosabban, hogy mennyire csalódtak azok, kik a tényeket ridegen regisztráló tudósban egy elfogult materialistát véltek látni csak.

Azt hisszük tehát, olvasóink nagy része előtt érdekes fog lenni e fejezet, — egész terjedelmében, saját szavaival hallani a mestert. Ki tudja, az ősz tudós fogja-e még újra hallatni szavát?

\*) The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. — Az ember származása és a nemi kiválás. — Lásd : 25. füzet. 330. lap.



# Creative Commons License Deed

**Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)**

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



## A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

## Az alábbi feltételekkel:



**Nevezd meg!** — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



**Így add tovább!** — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

## Az alábbiak figyelembevételével:

**Engedélyezés** — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

**Közkinccs** — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

**Más jogok** — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.