

# Före/Efter-lyssning (F/E-lyssning eller F/E-test)

## Hur testar man apparater inom hifi?

Går det att testa apparater på ett mer uttömmande sätt än att bara koppla in dem i sin anläggning och lyssna på dem? (Så kallade öppna tester). Jag vill här skriva om en testmetod som jag tycker kan vara mycket användbar. Dock kräver metoden arbete och kunskaper, men den har sina fördelar. Upprinnelsen till artikeln var en relevant fråga, ställd på ett forum: Får man goda musikförmedlare genom denna *lyssningstest*metodik?

### Inledning:

F/E-lyssning försöker råda bot på de problem med brist på **referens** samt urskiljande av ljudpåverkan, som vanliga ”öppna” tester medför. Det blir svårt att härleda vad en enskild komponent har för ljudpåverkan, när en mängd andra osäkerheter i en ljudåtergivningskedja ej har eliminerats. De enda slutsatser som kan dras ur ”öppna” tester är att med det programmateriale, den kringutrustningen och under de förhållandena, så tyckte lyssnarna att summan av apparaterna lät si eller så. När man tänker på den mängd variabler som kan ändras, så blir bedömningen av en enskild komponent ej särskilt användbar eller ibland till och med missledande.

Normalt sett lyssnar man på hela kedjan från ljudupptagning, -inspelning, -mixning och mastering (alla de nämnda påverkas förstås av monitorlyssning), till efterföljande uppspelning; signalkälla- förförstärkare, -effektförstärkare, -högtalare och lyssningsrum. Det blir svårt att identifiera var på vägen genom hela kedjan alla färgningar tillkommer och nyanser i musiken försvinner. F/E-testmetoden undersöker inte summan av kedjan, bara *förändringen* runt testobjektet. Precisionen i att detektera färgningar/förändringar blir därför betydligt högre med F/E-lyssning. (Se stycket Lite om resultat).

### Målsättning:

Grunden när det handlar om *ljudåtergivning*\*(se notering i Eftertexter), är att verkligheten är **referens**. Verkligheten kan vara just akustiskt musik framförd i ett rum, eller i andra fall, den inspelade musiken så som producenten/kompositören valde att det skulle låta.

Man försöker återskapa verkligheten. Återgivningen är god när man kommer nära verkligheten. Helst ska varken ursprungsinformation förloras, eller något tillföras på vägen genom återgivningskedjan. Med andra ord; *transparens* (=genomskinlighet) är målet och färgningar är inte önskvärda.

**Målsättningen** för testet är att kunna selektera komponenter i en kedja, för att denna ska bli optimal i återgivningshänseende, så transparent som möjligt. En optimeringsmetod helt enkelt.

En del menar att ingen kedja är starkare än sin svagaste länk. Andra menar att varje förbättring av en enskild del, oavsett kvalitetsnivån på den enskilda delen före förbättringar och kvalitetsnivån på övriga delar i kedjan, alltid resulterar i en förbättring av hela kedjan. Båda argumenten kan tyckas riktiga men ändock motsägelsefulla. En motsägelsefri summering av synsätten är, att alla delar påverkar och ju färre/mindre fel som finns i varje enskild del, desto färre i helheten. Det blir således viktigt att sträva efter så små fel som möjligt i varje enskild del, för att uppnå hög transparens i anläggningen och god återgivning.

### Tillvägagångssätt:

Själva utförandet av testet går till på följande vis, om testobjektet är en effektförstärkare: Testobjektet kopplas in som en extra länk i en stereoanläggning. Utgången på testobjektet kopplas till en konstlast som simulerar en högtalare. Denna last är identisk med en högtalarlast ur förstärkarens synvinkel, vad gäller simulering av impedans, impedansdistortion och rörlig massa. Konstlasten *är* en sorts högtalare med extremt låg verkningsgrad. Den genererar sålunda även mot-EMK på samma sätt som andra högtalare. Utgången från testobjektet som faller över konstlasten (Efter-signalen), dämpas därefter lika mycket som testobjektet (effektförstärkaren) har förstärkt insignalen. Därefter kopplas den in till en av ingångarna på en förförstärkare med efterföljande effektförstärkare och högtalare. Signalen före testobjektet (Före-signalen), vilken används som **referens** i testet, kopplas till en annan ingång på förförstärkaren. Hur denna signal ser ut är inte centralt. Den kan bestå av vad som helst som örat kan uppfatta, eftersom vi inte är intresserade av hur den låter i sig, utan endast av hur signalen *förändras* genom testobjektet. Dock kan givetvis vissa signaler vara lättare att höra skillnad på än andra och här är det erfarenheten

som ger svar på vad som är lämpligt musikmaterial. Nivåkalibrering av Före respektive Efter-signalerna till bättre än 0.1 dB skillnad är nödvändigt. (0.05 dB brukar användas av LTS).

En lyssningsjämförelse utförs mellan dessa signaler, där man jämför Efter mot Före. Först görs öppen lyssning där man växlar mellan signalerna. Uppfattas skillnader följer blindtest för att statistiskt säkerställa skillnaderna. Alla skillnader beaktas och enda begränsningen är lyssnarens förmåga till att uppfatta dessa. Frågan om huruvida skillnad föreligger på Före och Efter -signalen kan fastslås med viss sannolikhet och kan då betraktas som **verifierbara fakta**. Trots att F/E-lyssning är en lyssningstestmetod är denna del av testet alltså helt **objektiv**. (Att Efter har urskiljts från Före är en objektiv sanning, om så varit fallet). Först därefter följer den **subjektiva** delen av testet och man försöker beskriva förändringarna i ljudet med så träffande beskrivningar som möjligt. En del färgningar kan faktiskt ge förskönande effekter och det är givetvis upp till var och en om man gillar dessa färgningar eller ej.

## Lite om resultat:

Naturligtvis är det så att ju noggrannare och under längre tid testen utförs, desto säkrare resultat. Transparent anläggning i vilken testobjektet kopplas in, bra rum, lämpligt musikmaterial och vana lyssnare ger bättre förutsättningar. Det har dock i praktiken visat sig att man jämförelsevis enkelt har lyckats urskilja den absoluta merparten av apparater som färgande, även under förutsättningar som är långt ifrån ideala. Resultaten av testerna blir konsistenta, det vill säga de håller i längden. Omtestar man samma objekt ett år senare får man i regel identiskt eller i varje fall snarlikt resultat. Detta även om den nya testen sker med en helt annan kringutrustning och med nya lyssnare. Likaså har det visat sig vara betydligt lättare att urskilja små subtila nyanser med F/E-lyssning. Man lyckas höra skillnader som det är lätt att man ej registrerar vid "öppen" lyssning. Försök har visat att färgningarna behöver vara ungefär 20 gånger så stora för att kunna detekteras i "öppen" lyssning med god statistisk signifikans.

Vid test av förstärkare är det ytterligare en fördel att man kan testa dessa vid hög volym, utan att lyssningen blir ansträngande hög. På så vis blir det lätt att detektera fel som uppkommer vid högre signalnivåer. Även det omvända gäller, man kan testa förstärkarens småsignalbeteende med förhöjd verklig lyssningsnivå.

Närmare beskrivning samt ritning på konstlast finns på Sonic designs hemsida:  
<http://www.sonicdesign.se/amptest.htm> . Där kan man

också läsa, att mer än 9 av 10 förstärkare, även i de högsta prisklasserna, har urskiljts som färgande på ett eller annat sätt med detta test.

När LTS F/E-lyssnar används dock ingen vanlig förförstärkare, eller omkopplare. Allt är specialgjort för att tillgodose att inga skillnader mellan Före och Efter, som inte har med testobjektet att göra, smyger sig in.

Som överkurs kan nämnas att Ingvar Öhman har tagit fram specialmetoder att förstärka färgningarna mångfaldigt, för att **mycket** subtila färgningar lättare ska kunna registreras. Sådana analyser har naturligtvis ingen relevans för hur man uppfattar testobjektet ifråga. De kan dock vara värdefulla för att snabbare lära sig ljudkaraktären, för att sedan lättare identifiera färgningarna i normal F/E-lyssning.

## Vad kan testas?

I en ljudåtergivningskedja kan man vilja granska; ljudupptagning- inspelning- monitorering- mixning-mastering, samt efterföljande uppspelning; signalkälla- förstärkare- högtalare- lyssningsrum.

Hela kedjan utom början och slutet består av en amplitudvarierande signal i tiden och är lätt att applicera F/E-lyssning på. Signalen in och ut på en komponent kan ju lätt jämföras då de är av samma typ. Värre är det med ljudupptagning resp högtalare och lyssningsrum. Där ska signalen omvandlas från tid och rum (4 dimensioner), till tid och amplitud (2 dimensioner) resp tvärtom. I dessa fall är det inte lika lätt att F/E-testa då signalerna är av olika typ. Informationsförlust är ofrånkomlig i första länken. Denna kan aldrig återskapas exakt utan delar av informationen är förlorad för gott. I sista länken, högtalarna samt lyssningsrum, ska informationen expanderas/återställas vilket kan komma mer eller mindre nära ursprunget som är den inspelade verkligheten.

AD-omvandlare (inspelningssystem) och DA-omvandlare (CD-spelare) är drabbade av samma svårighet: In- och utsignaler (Före- och Eftersignaler) är i olika domäner, analog respektive digital. AD- och DA-omvandlare kan däremot testas tillsammans. Man kan alltså undersöka om de som helhet är färgande men man kan aldrig leda i vetenskapligt bevis att de var för sig är det. Indicium kan dock framlockas: Om det visar sig att man kan kombinera vissa komponenter på många olika sätt och alltid få fram en kedja med extremt liten färgning, finns det goda skäl att tro att enskildheterna är mycket bra. Om en ny AD i valfria kombinationer med, enligt indicier "goda", DA-omvandlare visar sig oförmögen att ge en transparent kedja, finns det likaledes indicier på att den nya AD-omvandlaren är hörbart färgande. Man kan dock inte utesluta att det skulle finnas

andra DA-omvandlare som tillsammans med den nya AD-omvandlaren kan bilda en kedja med minimal färgning. Sådana erfarenheter har dock lyst med sin frånvaro i praktiken.

Cd-spelare kan testas på så vis att de jämförs mot en referens-DAC. Denna referens-DAC skall vid tidigare test ha kopplats ihop med en AD-omvandlare och kombinationen AD-DA skall inte kunna beslås med färgning vid F/E-lyssning. Kombinationen CD-Transport+DAC kan testas genom att omvandla musik i en transparent AD-omvandlare och skapa en cd-skiva i en cd-brännare och köra denna brända cd-skiva i kombinationen. Testet körs sedan som ett vanligt A/B-test, men genom upplägget blir det ett F/E-test, eftersom skillnaden mellan signalerna är vad testobjektet har adderat, det vill säga testobjektets färgning .

En produkt som används som referens bör givetvis ha genomgått mycket omfattande tester under lång tid, utan att man lyckats detektera hörbara färgningar.

Således lämpar sig denna metod för test av apparater av alla sorter samt kablage. Man måste dock vara medveten om att **alla** effekter av en inkopplad interconnectkabel inte behöver visa sig såsom skillnader mellan Före och Efter. I många fall visar sig den dominerande ljudförvrängningen redan i Före-signalen. Detta som en konsekvens av kabelns belastning på den utgång som driver den. För att få fram sådana effekter, måste man med kabeln som in/urkopplingsbar konstant, göra F/E-test på den drivande förförstärkaren (eller annan apparat som driver kabeln).

Ett förtydligande: En apparat/länk som utsatts för F/E-lyssning utan att man lyckats beslås den med några hörbara färgningar, betraktas **inte** som "bevisat" transparent, bara "möjligt" transparent. Man kan kommentera att man inte lyckats påvisa hörbara färgningar, men inte påstå att inga hörbara färgningar kan finnas hos apparaten. Däremot gäller det motsatta: En hörd färgning bevisar att apparaten färgar. Detta är vetenskapens första lag: Man kan aldrig bevisa frånvaron av något, bara konstatera att man inte alltid lyckas visa närvaron.

## Lite personlig filosofi om "verklighet":

Nu var ju frågan; hur korrelerar goda apparater enligt F/E-lyssning med vad folk uppfattar som bra musikförmedlare? Denna fråga blir nästan filosofisk.

Först ett viktigt särskiljande: Människors uppfattning av **att** ljud föreligger(hörsel) är något som lätt kan

undersökas strikt objektivt (hör man det eller inte?), så det lämnar vi därhän.

Uppfattning om **hur** låter ljud är något som är svårare att undersöka. Om majoriteten av människor har "verkligheten" som ljudideal, så är bra återgivare lika med bra musikförmedlare. Har de flesta "verkligheten" som ideal? Vet ej. Kan vi undgå att referera till verkligheten, när vi är uppvuxna i den? Det hela mynnar ut i frågan om verklighetsuppfattning är subjektiv. Jaha, då är vi antagligen tillbaka till preferenser. Folk har sina erfarenheter, bra och dåliga, som i allmänhet filtrerar deras bild av verkligheten. Detta gäller även inom området musikuppspelning.

Likafullt har vi kanske ändå någon sorts gemensam världsuppfattning, annars skulle vi få svårt att kommunicera med varandra. Det är ju tack vare denna gemensamma grund vi kan relatera och orientera oss i förhållande till omvärlden. Denna grund kan ju undersökas noggrannare och kan användas som en referens. Om vi gör detta inom området hur människor uppfattar ljud kommer vi till ämnet psykoakustik:

## Psykoakustik:

Först några citat: "Det fanns de som sa 'alla hör olika' och att det inte kan finnas några regler för vad som låter bra. Jag trodde inte på det och beslöt mig för att testa det".

"När jag började titta på metoderna för experimentell psykologi, stod det klart att dubbelblindtester var nödvändiga", samt

"Det är sant att alla inte är överens om vad som är bra, men de som har normal hörsel och någon kompetens i att bedöma ljudkvalitet, uppvisar anmärkningsvärt **lika åsikter**." Sammandrag och översättning av intervju i MoLt med/Floyd Toole senior research officer, Harman international. (Finns närmare beskrivet JAES nänting).

Likaså har experiment utförts av Ingvar Öhman där man jämfört en uppställning av en ljudåtergivningsanläggning direkt mot en levande stråkkvartett. Reproduktionen kom så nära verkligheten, att testdeltagarna hade svårt att skilja stråkkvartetten från återgivningen med den högkvalitativa inspelningen och anläggningen. I detta fall var F/E-utprovade apparater en förutsättning, men givetvis var inspelning, högtalare och lyssningsrum (totalt dödämpat/utomhusmiljö) väl så viktiga för att uppnå detta remarkabla resultat. (Specialgjord 7-kanalig anläggning, skild från dagens 7-kanaliga standarder, användes i detta experiment. Även inspelningsrummet återgavs alltså i 4pi-rumsradianer av högtalarsystemet).

Även Dunlavy har gjort liknande experiment.  
<http://www.dunlavyaudio.com/> : loudspeaker accuracy.

## Är F/E-testade apparater bra musikförmedlare?

Jag antar att här i ovanstående, samt mycket annan forskning, finns svaret på hur F/E-testade apparater korrelerar mot uppfattningen av en bra musikförmedlare. Jag vet inte vilka slutsatser som har dragits men jag antar (igen) att svaret på ovanstående fråga är; ja, det korrelerar under vissa förutsättningar:

1: Det första är att korrelationen bara gäller för ett genomsnitt av testgruppen (som efterliknar befolkningen/musikälskare mer eller mindre). Individuella skillnader förekommer säkerligen i hur personer uppfattar ljud. Detta innebär att ju noggrannare och mer omfattande test, desto tillförlitligare resultat.

2: Det andra är att det kräver att hela kedjan är testad enligt F/E-metodiken. Om man tar en apparat som är ej hörbart färgande enligt F/E-lyssning och använder den i en otestad kedja, är sannolikheten relativt liten att man uppfattar eventuella fördelar. Detta eftersom resten av kedjan kommer att sätta sin prägel på ljudet. Detta gör också, att i en slumpmässigt vald anläggning, kan andra apparater föredras pga av synergi-effekter. En mörk cd kan kompenseras med ljus förstärkare och så vidare. Sannolikheten är dock stor att andra mindre fel förblir okompenserade samt att man tillför nya fel.

Häri ligger också själva begränsningen med F/E-lyssning. Används inte testet konsekvent har det begränsat värde när man skall komponera ihop en anläggning. En färgande apparat som byts mot en ofärgande i en ökad kedja behöver inte uppfattas som en förbättring. Varken hörbart subjektivt eller mätmässigt.

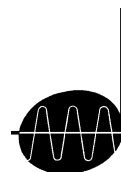
## Summering:

En av de verkliga poängerna med F/E-lyssning är, att om det används konsekvent från inspelning till uppspelning, skulle inspelningarna kunna nå en högre kvalitet vilket givetvis kommer lyssnarna tillgodo. Detta skulle naturligtvis skina igenom extra i en transparent och välupplöst anläggning som är utprovad med F/E-lyssning. För att de ljudåtergivningsmässiga fördelarna skall komma en bredare lyssnarskara tillgodo, krävs det förmodligen någon form av branschstandard för inspelning och uppspelning. Först då har det en möjlighet att till fullo uppfylla vad det lovar, nämligen bidra till en trognare ljudåtergivning av verkligheten.

Men alldeles oavsett inspelningskvalitet ger ändå F/E-lyssning på hemanläggningar vissa fördelar. Detta eftersom avspelningskedjans färgningar minimeras. Man slipper den prägling eller slöja på återgivningen, som alla avspelade skivor i annat fall ofrånkomligen kommer att få och som i längden kommer att ge en känsla av 'sameness' på allt återgivet material. Har man en strävan att komma så nära musiken på skivan som möjligt, är F/E-lyssning mycket värdefullt, rentav nödvändigt.

Så slutfrågan blir: Hur nära vill man komma musiken?

Mårten Kihlberg.



---

## Eftertexter:

Artikeln redovisar **ej** Ljudtekniska Sällskapets hållning som helhet, en del är överrensstämmande, annat är mina egna personliga och subjektiva<sup>©</sup> reflektioner. Källa till testförfarande och resultat är Ingvar Öhman och John Ståhlberg.

För mer information om själva testförfarandet: Kontakta LTS, som är de i Sverige som testar enligt denna metodik. Dock lär det vara så, att för att få svar på frågor, bör man vara medlem: <http://www.lts.a.se/>

En specifik källa till information kan vara den artikel i Ljudtekniska Sällskapets tidskrift Musik och Ljudteknik, som först beskrev metoden. Den fanns publicerad i MoLt nummer 1 –1991 och är författad av testmetodikens upphovsman, Ingvar Öhman, som använt metoden sedan slutet av 60-talet. Han brukar försöka att inte kalla det F/E-test, utan säger hellre F/E-lyssning, för att undvika att någon skall förväxla metoden med någon typ av mätning. Så sker dock ofta ändå ☺.

Artikeln finns även att läsa, översatt till engelska av Per-Arne Almflo, på Sonic Designs hemsida: <http://www.sonicdesign.se/amptest.htm>

Ingvar Öhman har också tagit fram specialmetoder för att kunna applicera en specialform av F/E-test även på högtalare. Citat av Öhman: ”Dessa metoder är dock mycket komplicerade på grund av alla psykoakustiska hänsyn som måste inkluderas, för att hörbarhetsrelevansen inte skall förloras. Därför låter de sig inte beskrivas med mindre än en lång avhandling. Resultaten av sådana tester kan heller inte betraktas som

lika objektiva som de från en vanlig F/E-lyssning på objekt med tvådimensionell signalhantering. Både uppställningen och bedömningsgrunderna i F/E-tester av högtalare måste nämligen återföras till äldre studier av hörselns och hörupplevelsernas egenskaper. F/E-lyssning på högtalare är därför snarare att betrakta som ett hjälpmedel vid högtalarkonstruktion, än som en lämplig generell testmetod”.

**\*Noteringar:** Jag antar att de flesta människor gör val utifrån en kombination av objektivitet och subjektivitet. Proportionerna mellan de två varierar troligen beroende på situation och person. Så även inom detta område. (Här kan ett möjligt val vara; vad är trevligast, en liten men kanske ful färgning eller en större men trevlig?). För mig är det viktigt att denna artikel inte tolkas som en värdering av individers personliga val. Alla människor gör ju sina val efter det dom tycker är bäst, oavsett vilka motivationsgrunder man har.

Men när man talar om *ljudåtergivning*, innebär detta en reproducering av en verklig musikalisk händelse. Alltså ingen nyproduktion, utan en reproduktion. Denna kan bedömas objektivt huruvida den avviker från originalet, det vill säga om skillnad kan registreras eller ej. Ungefär som om det är möjligt att se skillnad på ett originalfoto och en fotokopia. (Denna syn på ljudåtergivning överensstämmer bra med ursprungsbetydelsen av High Fidelity. När jag slår upp ordet i ett engelskt lexikon, hittar jag: Trohet; trofasthet; noggrannhet; exakthet (vid återgivning av något); naturtrogen [ljud]återgivning.) När det gäller musik, blir det något svårare. Originalet är i detta fall cd-skivan, men hur vet vi hur den *egentligen* låter? F/E-lyssning kan vaska fram en signalkedja som ej förändrar signalen hörbart, men högtalare, rum och inspelning påverkar i hög grad slutresultatet. Så hur vet vi om metoden är användbar? Det enda test som definitivt kan svara på frågan, är bland annat direkt jämförelse med verkligheten såsom redovisas ovan i stycket psykoakustik. Dessa studier och andra, som har utförts av Ingvar Öhman, har påvisat att anläggningar vars enskildheter *inte* har studerats och utvalts med F/E-lyssning, typiskt har haft stora problem vid jämförelse med verkligheten. På detta vis, har det visats att metoden äger praktisk giltighet.

Alltså: Sett ur ett återgivningsperspektiv vill man att stereoanläggningen varken ska lägga till något till musiken eller dra ifrån hörbart. Man är inte intresserad av anläggningen i sig så länge den fungerar felfritt. Musiken/konstverket är subjektiv och anläggningen/förmedlaren är objektiv.

Man kan också se stereoanläggningen som ett musikinstrument, ett konstverk i sig, som *spelar* skön musik. I detta fall kan faktiskt anläggningen vara en del av musiken och återgivning i ordets rätta bemärkelse blir

sällan möjlig. Med detta synsätt, går det givetvis inte att göra objektiv bedömning av apparater. Vilket ”ljud” man föredrar är subjektivt. Med tiden kanske man förändrar sin ”audiofila smak” och vad man lyssnar efter. Floran av uttryck för att beskriva upplevelsen av ljudet, gör att det finns många saker att beakta och fokusera på: Luftig, lätt, frigjord, öppen, artikulerad, avspänd/stressad, varm/kall, mörk/ljus, hård/mjuk, kraftfull, kontrollerad, integrerad, dynamisk med flera.

Ur ett återgivningsperspektiv, skall helt enkelt alla sådana parametrar och överhuvudtaget alla parametrar som är möjliga att identifiera, idealt sett inneha värden som överensstämmer med verkligheten, varken mer eller mindre.

När man uppnått en ej hörbart färgande elektrisk signalkedja, kvarstår bara högtalare och modifieringar av lyssningsrum, för att öka känslan av realism och på så vis komma ännu närmare verkligheten. Goda högtalare är dock inte enkelt att definiera, detta om något är ett tvärvetenskapligt område. Ytterligare möjligheter till förbättringar kan naturligtvis uppnås med nya inspelningsformat och systemförändringar (från stereo till annat).

Slutligen skulle man kunna säga, att valet mellan subjektiv eller objektiv musikförmedlare är personligt och subjektivt styrt.

En andra notering: En del menar att enda sättet att ta reda på om man trivs med en apparat, är att använda den i sin anläggning under lång tid. Om det kan jag bara säga: Använder man anläggningen mycket, trivs med att spela musik på den och behåller den i sin ägo under lång tid, är förvisso målet uppnått. Man kan ha verkligheten som referens även med detta angreppssätt och med erfarenhet och tålmodigt lyssnade kan man komma långt. Detta kan kosta mycket tid, pengar och apparatbyten, men det kan ju också vara en del av Hifi-intresset.

Hursomhelst, F/E-lyssning är en mycket bra hjälp på vägen om det är god återgivning man söker.