

Forskellen på waveguides og horn

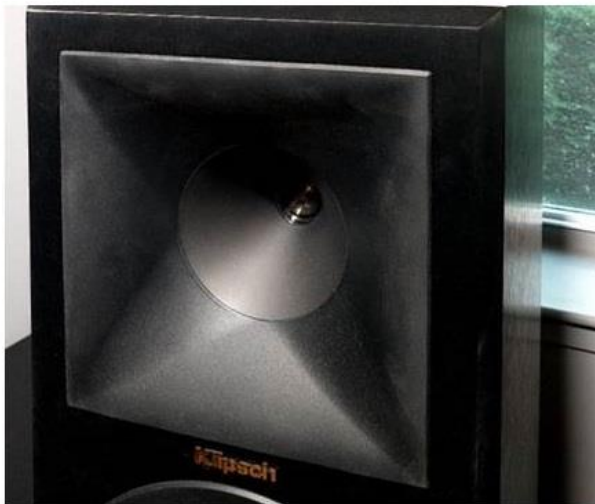
Af: Henrik Skinbjerg - 10/9-2016

Vores teknikekspert Henrik guider dig igennem forskellen på horn og waveguides - hvis der altså er en

De fleste kender til horn og i de sidste par år er waveguides på diskanten blevet relativt udbredt i almindelige hi-fi højttalere.

Men hvis man spørger visse producenter om ikke at waveguiden på deres højttaler i virkeligheden bare er en slags horn, så bliver man irettesat med beskeden om at det absolut ikke er et horn, og at der skam er stor forskel!

Men hvad er forskellen og hvorfor betyder det så meget hvad det hedder?



Horn



Waveguide

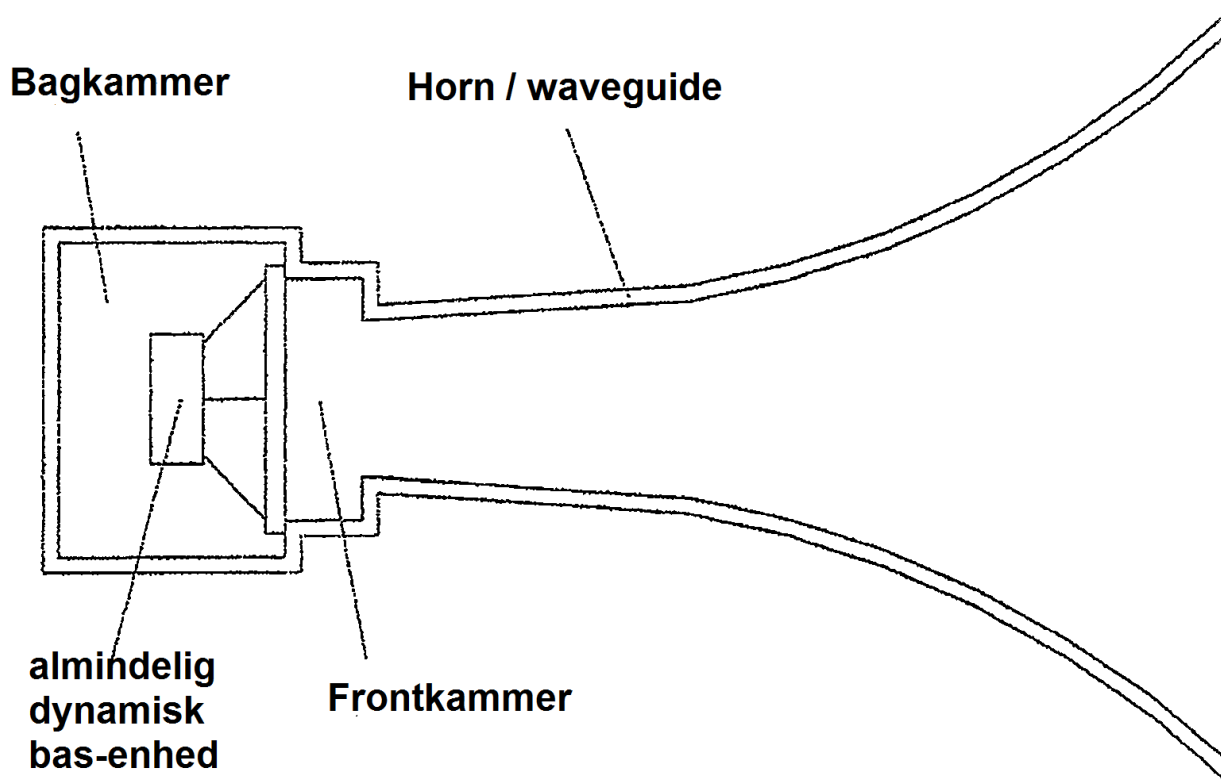
Når du om lidt kommer til at kende forskellen mellem waveguides og hornhøjttalere, så vil du indse at det i virkeligheden kan diskuteres.

Hornhøjttalere har en speciel plads i hi-fi: Der findes en skare som elsker deres dynamik og effektivitet, men mange hi-fi nørder bryder sig ikke om dem på grund af horn-lyd, også kaldet 'horn-honk' eller farvning af klangen. Mængden af dette varierer selvfølgelig fra model til model. Når en anerkendt og traditionel hi-fi højttalerproducent så formaster sig til at bruge en waveguide på diskanten, måske kun på grund af time-alignment (mere om det senere) ja så er denne højttalerproducent måske lidt bange for at blive kategorisk afvist af de hi-fi nørder der overhovedet ikke bryder sig om horn. Det er jo helt klart til at forstå, og der er da også et par tekniske detaljer der kan forsvare at en forsænkning af enheden med en meget svag kontur kan kaldes en waveguide og ikke et horn. Nå, men forskellen på waveguides og horn afhænger altså lidt af hvordan man ser på det. Jeg vil gå så langt at påstå at der findes både en teknisk definition og en marketing-mæssig definition af en waveguide.

En hornhøjtaler har to funktioner: Akustisk impedans-transformation (forstærkning) og spredningskontrol (at koncentrere lydbølgerne til en specifik position). Det er den akustiske impedans-transformation der danner selve forstærkningen, og det er her at vi finder alle de avancerede formler for konisk/eksponentiel/tractrix/kugelvælle –konturer, med varierende længde, areal, cut-off frekvens og så videre. Det er dog ikke formålet at diskutere her, og der findes rigeligt med litteratur og beskrivelser af online så vi springer hastigt videre.

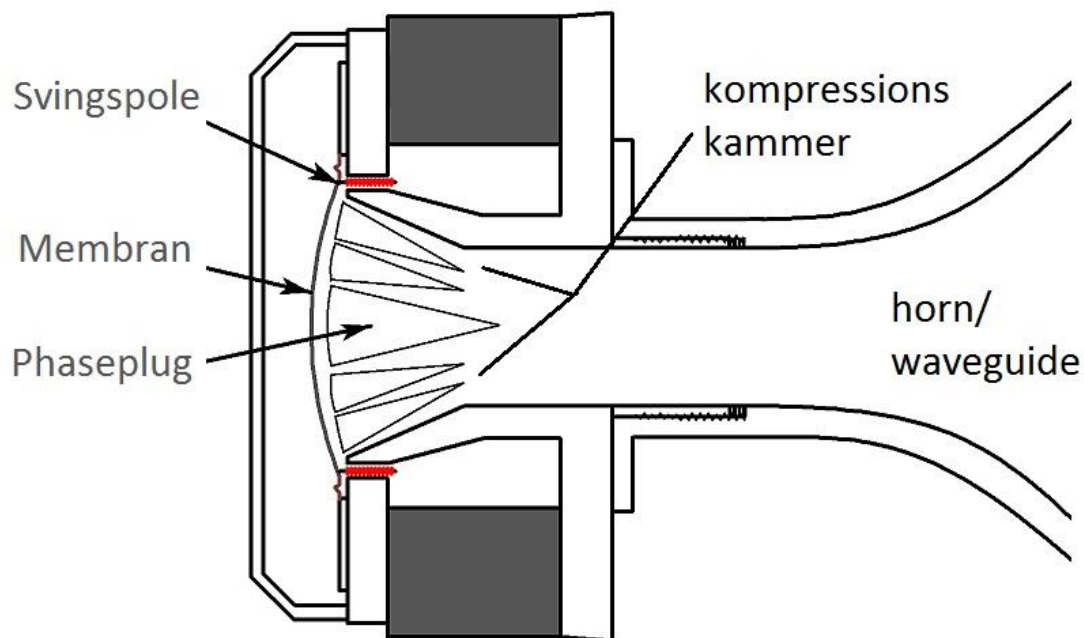
Den anden del - spredningskontrol - er ikke bare en naturlig del af en hornhøjtaler, men egentlig også en forudsætning for at man kan udføre den akustiske transformation, da man ikke kan manipulere med den akustiske energi uden at omforme den eller flytte lidt rundt på den.

Og hvis vi siger det at kontrollere spredningen af lyden på engelsk så bliver jo *guiding the sound-waves*, eller bare *waveguide*. Så bum der har vi det – selve tragten på en hornhøjtaler kaldes nemlig også ofte en *waveguide* i tekniske termer.



For at det skal være en ægte hornhøjtaler så skal man dog også 'lade' hornet, hvilket vil sige at man skal gøre driveren i stand til at trække den hårde akustiske belastning som en snæver waveguide udgør. Det gøres i praksis ved at have en kompressionskammer bagved eller foran membranen som hjælper driveren med en ud-balancering af det øgede lufttryk som driveren oplever. F.eks. ser man ofte at en mellem-bas hornhøjtaler med en 8"-12" dynamisk enhed har et meget lille bagkammer på måske kun 10 liter, hvilket jo ville være alt for lidt i en basrefleks eller lukket bas højtaler. Men det er netop omhyggeligt beregnet for at enheden skal se den samme akustiske modstand mod at flytte

membranen bagud som forud i den snævre waveguide, der skubber en kæmpe mængde komprimeret luft foran sig.



Compression-driver til diskant eller mellemtone

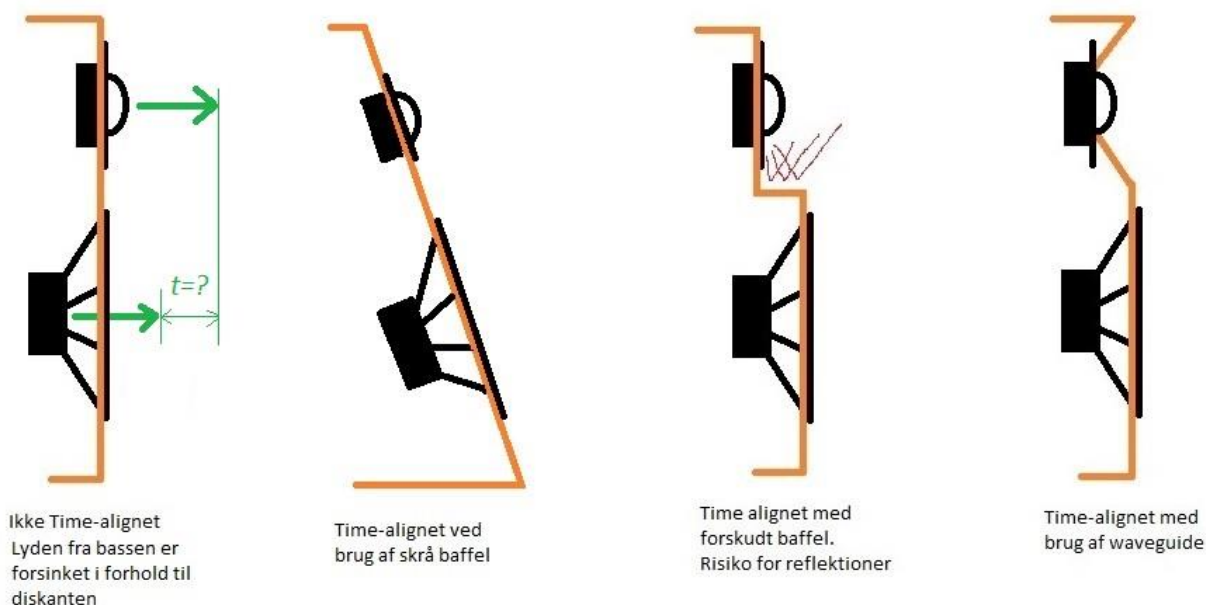
Ved horn i diskant og mellemtone benyttes der oftest en compression-driver, der udover membran og magnet også har sit eget lille kompressionskammer der indsnævrer udgangsarealet. Det er måske en 2" diameter stor membran der munder ud i 1" til diskant, eller en 4" membran med en 2" udgang til mellemtone. Det medfører selvfølgelig at luften klemmes sammen og kommer ud med meget større tryk, og derved nemmere kan 'trække' belastningen af luftmængden i hornet/waveguiden. Så en hornhøjtaler er ganske simpelt en kombination af en membran/enhed, et kompressionskammer og en waveguide.

For lige at afslutte horn-sektionen (no pun intended) kan det nævnes at behovet for et kompressionskammer historisk set blev opfundet for at hjælpe enhederne. I gamle dage var de nemlig ikke stærke nok i membran og magnetstyrke til at trække den hårdere belastning, men med vore dages super-gode højtaler enheder er det ikke altid nødvendigt med et kompressionskammer. Det gælder især for hi-fi da man her ofte benytter ret svage konturer, hvor i mod at man i Public-Address generelt bruger meget snævrere waveguides for at få mere lydtryk og en bevidst meget snæver spredning. Men reelt set bør man altså kategorisere det som en hornhøjtaler ligeså snart at der er en waveguide foran membranen.

Og nu til det der bliver markedsført som waveguides...men som absolut ikke er horn ifølge visse højtalerproducenter:

En 'marketing' waveguide opfylder to formål: Time-alignment og sprednings-kontrol. Time-alignment handler om at sikre at lyden fra de forskellige enheder rammer ens øre præcist samtidigt.

Det gælder altså om at de har helt samme afstand fra deres respektive akustiske centre (der hvor lyden helt præcist opstår) og så lyttepositionen. Dette kan være svært at opnå da der jo er en fordybning i alle bas- og mellemtone-cones, og samtidig har mange diskant-domes en membran der stikker lidt længere frem end deres egne frontplader. Hvis der ikke time-alignes, og alle enhederne blot monteres i plan med fronten, så bliver der ofte en pæn afstand (1,5-3 cm) mellem hvor lyden opstår fra en diskant-enhed og en bas/mellemtone-enhed. Det svarer til en forsinkelse på 400-800 uS, hvilket godt nok ikke høres som et delay eller et ekko, men mere som udtværing eller diffus lyd. Desuden kan der opstå et voldsomt dip i frekvensgangen ved 2,5-5kHz, fordi at diskant-enheden og mellemtone-enheden arbejder i modfase i netop dette område på grund af den mekaniske afstand. Denne udfasning giver en varierende klang afhængigt af hvor langt ude til siden man står i forhold til højttaleren. Problemet kan løses på flere måder, f.eks. ved en svagt bagudhældende frontbaffle eller ved at tilføre ekstra fasedrejning i delefilteret. Men det bedste er selvfølgelig at alle enhederne (typisk målt fra svingspolen eller midten af deres dome, centerdome eller støvhætte) placeres præcis over hinanden, altså ganske simpelt at placere diskant-enheden forskudt bagud. Det er det som man kalder time-alignment. For at undgå kant-refleksioner fra en sektionsoptdeling af baffelen, så kan det være smart at bruge en waveguide.



Den anden funktion ved en 'marketing' waveguide, nemlig sprednings-kontrol, går ud på at mindske refleksioner fra lytterummets sidevægge. Det sker ved mekanisk at 'guide' lydbølgerne mere fremad end ud til siderne, og det kan man jo også se på opbygningen. Det er denne del ved en waveguide der minder en hel del om horns funktion. Men når en højttalerproducent vælger at benytte en waveguide, altså når det kun er til time-alignment, hvor i ligger så forskellen fra at det ikke er et horn? Ja altså selvom denne del af en waveguide jo teknisk set gør halvdelen af et horns job, så er waveguides ofte udformet så blødt, altså med svag kontur, og er så korte at der er tale om minimal akustisk impedans-transformation og altså dermed heller ikke er tale om en helt funktionel hornhøjttaler efter dennes traditionelle opfattelse. Med andre ord kan tragt-formen være så svag, at en akustisk forstærkning har svært ved at opstå, og så kan det jo ikke være et horn.

Men nogle gange kan man alligevel læse at konstruktøren udover time-alignment også har udnyttet

et øget headroom i den øverste diskant til at benytte mindre membranudsving, og dermed kan sænke forvrængningen.

En 2,2 centimeters fordybning vil – hvis altså waveguidens kontur kan understøtte hornvirkningen godt nok – give øget niveau fra ca. 4 kHz og op, og så er vi jo en tilbage ved at der jo faktisk er tale om en slags horn.



Højtalere med bløde waveguides

Forskellen på en marketing-mæssig waveguide og et reelt horn kan altså diskuteres. Definitionen afhænger i høj grad af præcis hvor dybt membranen sidder, samt arealets størrelse som lyden bliver wave-guidet ud i.

Og man kan jo også fremhæve at desto svagere horn-form en waveguide har, desto mindre påvirkning af lyden er der også, og dermed også mindre risiko for horn-lyd eller horn-honk. Så det er måske okay at man kalder dem waveguides i markedsføringen, uden at man vil have os til at tænke på den klassiske opfattelse af horn.

Yderligere læsning:

Bjørn Kolbrek har samlet det mest relevante horn-teori (fra Keele og Voight til Geddes og LeCléac'h) i artiklerne "An introduction to Horn Theory" 1 og 2.

Det er elegant forklaret og nemt at gå til, hvis man lige kan lidt basic engelsk og matematik.

<http://www.audioxpress.com/assets/upload/files/kolbrek2884.pdf>

<http://www.audioxpress.com/assets/upload/files/kolbrek2885.pdf>

Earl Geddes skriver: "Alle waveguides er horn, men ikke alle horn er waveguides."

Han argumenterer for at horn ikke har indbygget spredningskontrol, hvorimod waveguides altid har. Der er naturligvis tale om hans egen formel for horn/waveguide-kontur.

<http://www.gedlee.com/downloads/What%20is%20a%20Waveguide.pdf>

Eksempler på hi-fi højttalere med waveguides: Genelec, Amphion, SP-tech.
Eksempler på hi-fi højttalere med horn: Klipsch, visse JBL, Avantgarde.