

Psychofysica

Prof.dr.ir. T. Houtgast & dr. J.J. Vos (1982)

Een speciale tak van de biofysica

Hoewel de vraag of iemand een schilderij of een stuk muziek mooi vindt strikt genomen ook valt binnen het kader van 'prikkel en gewaarwording', is dat toch niet het type vraag dat de psychofysicus tot zijn werkterrein rekent. De stimuli zijn eenvoudiger, van meer elementaire vorm (bij voorbeeld korte toonstootjes of lichtflitsen), terwijl de reacties van de waarnemer meestal beperkt blijven tot eenvoudige beslissingen, bij voorbeeld of twee stimuli gelijk of ongelijk zijn. We komen daar later op terug. Ter nadere precisering van het werkterrein van de psychofysicus zou men, zeer schematisch, de waarnemingsketen in vier delen kunnen opsplitsen:

1. de stimulus, volledig te beschrijven in fysische termen
2. het zintuig waar de omzetting plaatsvindt van stimulus naar zenuwsignalen
3. de loop van de zenuwsignalen naar het brein en de verwerking daarvan
4. de sensatie en de reactie van de waarnemer

Een psychofysisch experiment omvat dus altijd de hele waarnemingsketen, van stimulus tot reactie, waarbij de vraagstelling vaak gericht is op het zintuig, als belangrijk element in deze keten. De onderzoeker biedt bij voorbeeld tonen aan van uiteenlopende frequentie en noteert bij welke amplitude deze wel of niet worden gehoord. Op deze wijze kan de gehoordrempel worden afgeleid over het hele frequentiegebied. De zo verkregen grafiek (het audiogram) geeft de transmissie weer van dit gehoororgaan als functie van de toonfrequentie.

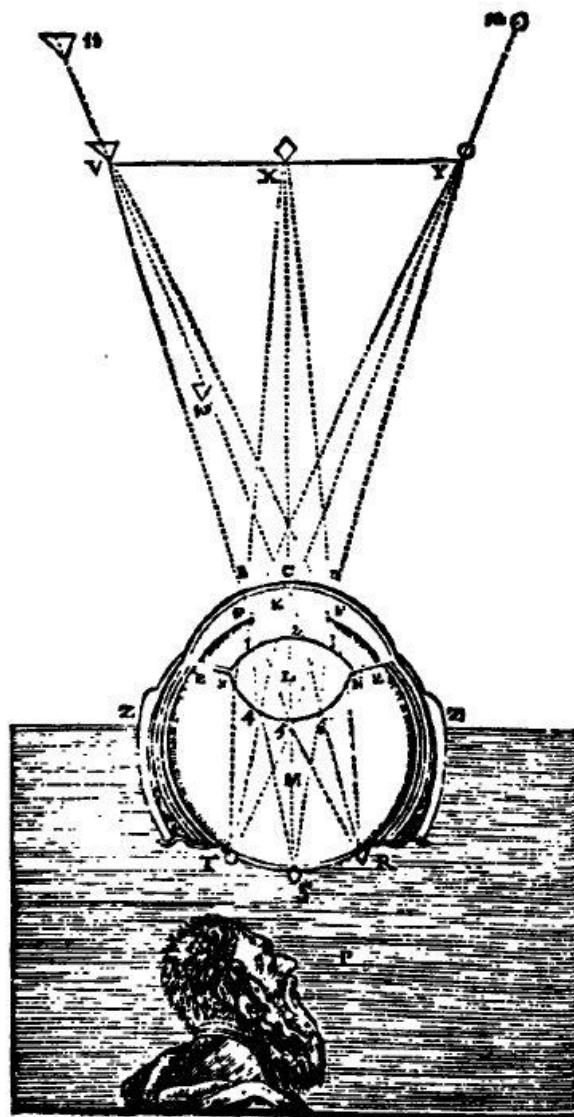
Waar de psychofysica zich bezighoudt met de gehele waarnemingsketen, liggen er natuurlijk zeer nauwe relaties met typen onderzoek die zich richten op delen van die keten. Zo houdt men zich bij elektrofysiologisch onderzoek bezig met de relatie tussen stimulus en zenuwsignalen, waarbij dus een uitgangssignaal ergens in stadium 3 van bovengeschetste waarnemingsketen wordt afgeleid (zie ook het in deze serie verschenen artikel over [psychoakoestiek](#) van Smoorenburg en Plomp). Anatomisch onderzoek verschaft veel inzicht over bouw en structuur van de zintuigen, van zenuwcellen en van zenuwbanen. Juist de onderlinge samenhang tussen de resultaten van deze verschillende typen onderzoek is van essentieel belang voor ons begrijpen van het waarnemen. Bij voorbeeld, voor het begrip van het zien is inzicht in de stralengang in het oog (fig. 1) op zichzelf niet voldoende.

In dit hoofdstuk zal aan de hand van enkele voorbeelden van visueel en auditief onderzoek een idee gegeven worden van de wijze van aanpak in de psychofysica. Zoals gezegd, anders dan bij een puur fysisch experiment, heeft men hier als 'uitgangssignaal' te maken met de subjectieve reactie van een waarnemer. Vormt dat een solide basis tot experimenteren? Hoe kan men het gebeuren in het brein, de sensatie, kwantificeren en meetbaar maken? Zoiets lijkt wellicht onbegonnen werk, maar wie zich realiseert dat reeds in de grijze oudheid de sterrenkundigen er in slaagden de sterren op grond van hun helderheid heel betrouwbaar in te delen in grootte-klassen, beseft dat de opgave geen onmogelijke is.

De gelijkstelling

Vaak is het niet nodig het probleem van het meten van sensatie in volle omvang op te lossen, en kan men het tot op grote hoogte omzeilen. De eenvoudigste weg daartoe is de *gelijkstelling*, een methode die aansluit bij de wijze waarop in de natuurkunde een ongeijkt meetinstrument toch zinvol kan worden gebruikt. De waarnemer krijgt dan als taak om twee stimuli zodanig in te stellen dat de sensaties aan

elkaar gelijk zijn. Een mooi voorbeeld van wat met dit type uiterst eenvoudige metingen kan worden bereikt levert de colorimetrie, de kleurmeetkunde.



*Fig. 1. Descartes was een der eersten met een goed inzicht in de stralengang in het oog. In deze figuur, ontleend aan zijn **Traité de la Lumière** kijkt een waarnemer naar het netvliesbeeld, maar deze cyclus lost natuurlijk het probleem van 'hoe zien we' niet op.*

In het dagelijks leven pleegt men kleuren aan te duiden door ze een naam te geven: rood, wit, bruin enz. Reeds zo'n anderhalve eeuw geleden ontdekte men dat iedere kleur kan worden nagebootst door menging van drie geschikt gekozen basiskleuren (bijvoorbeeld: rood, groen en blauw). De proefpersoon krijgt dan tot opgaaf de kleur van een lichtveldje na te maken door in een naburig veldje de drie basiskleuren in geschikte intensiteitverhoudingen te mengen. Het feit dat men er steeds in slaagt deze opgave te volbrengen met niet meer dan drie basiskleuren betekent dat men alle bestaande kleuren kan weergeven in een driehoek, de zogenaamde kleurendriehoek (fig. 2).

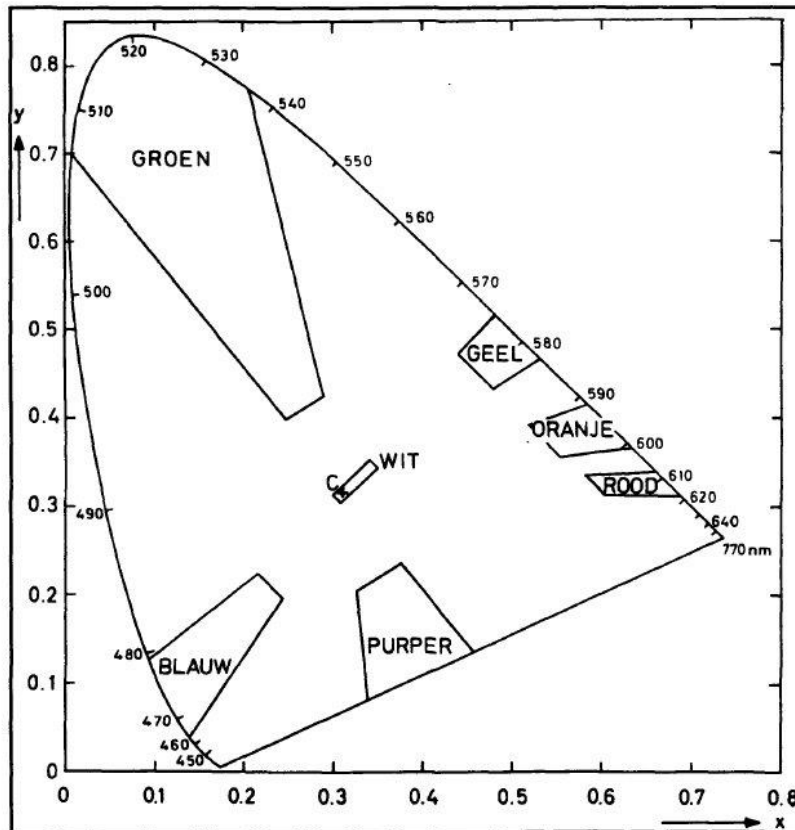


Fig. 2. De mogelijkheid om kleuren te ordenen in een vlak heeft geleid tot een internationaal gestandaardiseerde wijze van weergave in een kleurendriehoek. De ingetekende gebieden geven de afgebakende domeinen weer voor de kleuren van verkeerstekens. Het punt C geeft de kleur weer van daglicht.

De fysiologische betekenis van deze bevinding is dat in het netvlies drie typen receptorpigmenten (zoals in het vorige hoofdstuk uiteen is gezet) moeten voorkomen (vergelijking met de opbouw van kleurenfilm of van een kleuren TV-scherm, beide ontwikkeld naar het netvliesevenbeeld, kan dit duidelijk maken). Maar de psychofysica werkt verder dan deze enkele constatering. Want door middel van een gedetailleerde vergelijking van de kleurmengwetten voor normaal kleurenzienenden en die voor kleurenblinden bij wie één of meer van de drie pigmenten ontbreekt, is zij er in geslaagd een betrouwbaar beeld te krijgen van de absorptiespectra van deze drie netvliespigmenten. Tot op de dag van vandaag is de nauwkeurigheid van deze psychofysische bepalingen niet geëvenaard met puur fysische meetmethoden.

Met dit voorbeeld van het gebruik van het brein als 'nul-indicator' (de waarnemer constateert dat er geen verschil is) wordt meteen duidelijk dat tegenover het voordeel van het uitschakelen van het brein als echte sensatiemeter ook een nadeel staat: we leren er niets mee over de signaalverwerking in het zenuwstelsel. De colorimetrie is, in feite, pure pigmentfysica.

Een kleine variant op deze onderzoeksmethode is de gelijkstelling van twee stimuli op één aspect. Men vraagt, bij voorbeeld, een hard en een zacht geluid qua toonhoogte gelijk te maken. De kunst voor de proefpersoon is daarbij om zich te distantieren van het verschil in luidheid, wat lang niet altijd eenvoudig is. Tegenover het iets minder 'onschuldige' van deze methode staat dat de resultaten soms een verrassend inzicht kunnen verschaffen in de wijze waarop de binnengekomen signalen worden verwerkt. Om bij een toonhoogte-voorbeeld te blijven: Schouten en anderen ontdekten dat vele geluiden (de menselijke stem, muziek) een toonhoogte kunnen hebben die er fysisch, qua frequentie, niet in

voorkomt. Zo blijkt bij voorbeeld dat de toonhoogte van de mannelijke stem (die overeenkomt met die van een zuivere toon van ca. 100 Hz) onveranderd blijft wanneer daaruit de lage frequenties — zeg onder de 300 Hz — worden verwijderd, zoals dat het geval is bij de telefoon. Het karakter van de stem verandert wel (het geluid wordt minder vol), doch het aspect toonhoogte blijft onveranderd zoals met de methode van gelijkstelling kan worden nagegaan. Deze meetmethode is veel gebruikt bij het experimentele werk op het gebied van toonhoogtesensatie, waaraan veel Nederlandse namen zijn verbonden en waarop in het volgende hoofdstuk nader wordt ingegaan.

De detectiedrempel

Een tweede methode om de proefpersoon niet noemenswaard te belasten met het aangeven van de grootte van de sensatie is het meten van detectiedrempels. Men vraagt dan of een stimulus wel of niet werd waargenomen. Helemaal 'waardevrij' is deze methode natuurlijk niet, want de proefpersoon zal altijd een eigen criterium gaan hanteren. De één is nu eenmaal voorzichtiger dan de ander. Psychologen hebben echter een heel arsenaal meetprocedures ontwikkeld om dat criterium als factor uit te schakelen, bijvoorbeeld door fopsignalen te introduceren en het aantal foutieve waarnemingen te tellen. Wie vaak ja zegt terwijl er eigenlijk helemaal niets te zien of te horen was, heeft blijkbaar een laag zekerheidscriterium.

De methode van de detectiedrempel wordt met name in het gehooronderzoek veelvuldig gebruikt om na te gaan in hoeverre de aanwezigheid van het ene geluid de waarneming van andere geluiden belemmert. Deze onderlinge maskering van geluiden komt in het dagelijkse leven veelvuldig voor, waar we immers omspoeld worden door een veelheid van vaak gelijktijdige geluiden. Bij de ontrafeling daarvan speelt de frequentieselectiviteit van het oor een belangrijke rol, wat we met een eenvoudig voorbeeld zullen toelichten. We gebruiken daarbij een zeer simpele stimulus, bestaande uit een zuivere toon (sinustoon). Daarbij zijn dus maar twee variabelen in het spel: frequentie en sterkte. Eerst bepalen we in volledige stilte bij een aantal frequenties de detectiedrempel, dat is de minimale sterkte die nodig is om de toon te kunnen waarnemen. Dit leidt tot de in figuur 3 aangegeven *absolute* drempel. Vervolgens wordt de meting herhaald bij aanwezigheid van een maskerend geluid, in dit voorbeeld een zuivere toon met een vaste frequentie (1000 Hz) en een vaste sterkte. Dit leidt tot de in figuur 3 aangegeven *gemaskeerde* drempel. Het verschil tussen de absolute drempel en de gemaskeerde drempel is dus het gevolg van de aanwezigheid van de maskeerder. Een toon waarvan frequentie en sterkte vallen binnen het aangegeven gebied is in stilte wel waarneembaar, maar bij aanwezigheid van de maskeerder niet. Deze invloed blijkt beperkt te zijn tot een frequentiegebied rondom de maskerende frequentie, en de grootte van dat gebied geeft informatie over de frequentieselectiviteit van het oor. Hoe beter de frequentieselectiviteit (hoe smaller het gearceerde gebied), hoe beter ook in het algemeen gelijktijdige geluiden kunnen worden ontrafeld. Deze voor het oor zo fundamentele eigenschap laat zich langs de lijnen zoals hier aangegeven (via de detectiedrempel) goed kwantificeren. Bij onderzoek betreffende de achtergronden van slechthorendheid speelt de frequentieselectiviteit een belangrijke rol. Ook in het visuele onderzoek heeft bestudering van de detectiedrempel tot belangrijke theorievorming geleid, waarbij met name Nederland een belangrijke rol gespeeld heeft. We moeten daartoe teruggaan naar de laatste decennia van de vorige eeuw.

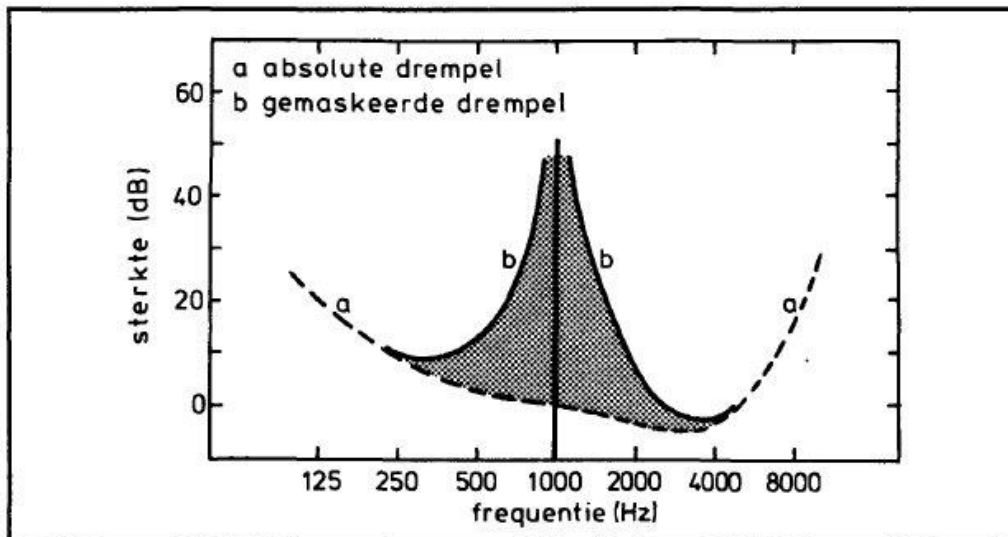


Fig. 3. Met de detectiedrempel-methode kan worden bepaald welke tonen onhoorbaar worden door een maskerende toon (van 1000 Hz en 50 dB in dit voorbeeld). De concentratie van dit gearceerde gebied rond de maskerende toon is een maat voor de frequentieselectiviteit van het betreffende oor.

Toen, rond het midden van de vorige eeuw, het energie-begrip vaste voet kreeg en de gelijkwaardigheid van verschillende vormen van energie algemeen aanvaard werd, ontstond een forse wedijver in het ontwikkelen van gevoelige apparatuur voor het meten van stralingsintensiteiten. Het mag geen wonder heten dat in dat wetenschappelijk klimaat de vraag rees hoe de zintuigen, en met name het oog, zich in deze competitie gedroeg. In de jaren negentig deed de Nederlandse fysioloog *Zwaardemaker* hieraan uitvoerig onderzoek. In een afrondend overzichtsartikel uit 1899 geeft hij voor de detectiedrempel voor het oog de waarde op van 10^{-17} J, uiteraard een getal dat alleen maar geldt voor de aller-gunstigste omstandigheden. Uit dit getal bleek in elk geval dat het oog bepaald gunstig afstak bij het arsenaal fysische stralingsmeters. Dit getal kreeg heel snel daarna een veel diepere betekenis door de ontdekking van het lichtkwantum; want 10^{-17} J is equivalent met 25 fotonen en dat betekent, na correctie voor intra-oculaire verliezen door absorptie, verstrooiing en lichtlek tussen en door de receptoren, dat het oog qua gevoeligheid heel dicht moet zitten tegen het absoluut haalbare. Tot die conclusie kwam ook *Zwaardemaker* die reeds twee jaar nadat Plancks gedachtespinsels door Einsteins werk als fysische realiteit was aanvaard, de omrekening van Joules naar kwanta uitvoerde. *Bouman* heeft in de archieven van het Utrechts Universiteitsmuseum kunnen achterhalen hoe *Zwaardemaker*, via *Lorentz*, van deze ontwikkelingen in de natuurkunde op de hoogte kwam. In de aantekeningen van zijn colleges vinden we, vanaf 1907, enigszins wisselende aantallen fotonen vermeld, met als eindpunt de vermelding in *Zwaardemakers* 'Leerboek der Fysiologie', uit 1921 dat twee effectief geabsorbeerde kwanta voldoende zijn voor het opwekken van een lichtsensatie.

Het inzicht dat een gevoeligheid van het netvlies voor slechts twee fotonen wel ongeveer het uiterst haalbare was (een coïncidentie van twee lijkt zelfs een minimumeis ter onderdrukking van anders storende spontane excitatie als gevolg van warmtebeweging of andere vormen van ruis), leidde tot de generaliserende veronderstelling dat het netvlies ook bij hogere lichtniveaus wel eens als optimale lichtdetector zou kunnen functioneren. Deze veronderstelling, met als gevolg de voorspelling dat de contrastgevoeligheid zou moeten toenemen met de wortel uit de helderheid, is bijzonder vruchtbaar gebleken. Men kan zonder veel overdrijving stellen dat een groot deel van het naoorlogse biofysische onderzoek op visueel gebied in Nederland zijn oorsprong vindt in de 'fluctuatieschool' van het zien, zoals met name tot ontwikkeling gekomen door het werk van *De Vries* in Groningen en van *Van der Velden* in Utrecht.

Detectie van modulaties

De detectiedrempel-methode hoeft niet beperkt te blijven tot de vraag of een aangeboden stimulus al dan niet kan worden waargenomen. De methode kan ook met vrucht worden gebruikt om na te gaan of een *verandering* in een stimulus kan worden waargenomen. Ook hier heeft de onderzoeker de mogelijkheid de verandering soms wel en soms niet aan te brengen zodat de antwoorden van een proefpersoon op hun waarde kunnen worden getoetst.

Als voorbeeld zullen we ons richten op een originele systeem-analytische benadering zoals geïntroduceerd door de Nederlandse electronicus *De Lange*. Hij werd bij zijn werk aan de ontwikkeling van de televisie in de jaren vijftig geconfronteerd met het probleem van de beeldflickeringen bij te lage herhalingsfrequentie. Er bestond op dit gebied een zee van literatuur, maar door het ontbreken van enig ordenend principe was daarin weinig lijn te onderkennen. De Lange introduceerde hier met vrucht de systeemanalytische beschrijvingswijze door het visuele systeem voor te stellen als een lineair filter, zoals we deze kennen in elektronische schakelingen. De parallellen én de verschillen laten zich het best met een plaatje uitleggen (figuur 4).

In de normale systeemanalyse deelt men voor elke frequentie het uitgangssignaal door het ingangssignaal en krijgt zo de doorlaatkarakteristiek. Bij het oog zijn er twee verschillen: men kan alleen maar een sinusvormig ingangssignaal produceren door modulatie op een achtergrond, omdat negatief licht niet bestaat en men kan het uitgangssignaal niet echt meten. Men kan slechts - en dat is De Langes belangrijke bijdrage - die uitgang constant houden door de modulatie van het ingangssignaal net op de grens van detecteerbaar te houden (drempelmodulatie). De verhouding van uitgangs- en ingangsmodule is dan omgekeerd evenredig met de drempelmodulatie.

Door deze benadering bleek een groot aantal literatuurgegevens op zeer eenvoudige manier in elkaar om te rekenen en kon dus de bestaande kennis overzichtelijk in kaart worden gebracht. Maar niet alleen dat. In tegenstelling tot de situatie bij passieve fysische filters bleek het filter van het visuele systeem qua eigenschappen sterk afhankelijk van de verlichtingssituatie. Men ziet dit uit de verandering, qua hoogte én vorm, van de doorlaatkarakteristieken. Deze kon men karakteriseren als een winst in snelheid (de krommen schuiven bij hogere helderheid liggen hoger) en een winst in gevoeligheid (de krommen bij hogere helderheid op naar hogere frequenties). Het aardige daarbij is dat de totale winst in beide richtingen over een groot helderheidsgebied evenredig is met de wortel uit de helderheid - iets wat men juist zou mogen verwachten van een ideale kwantumdetector.

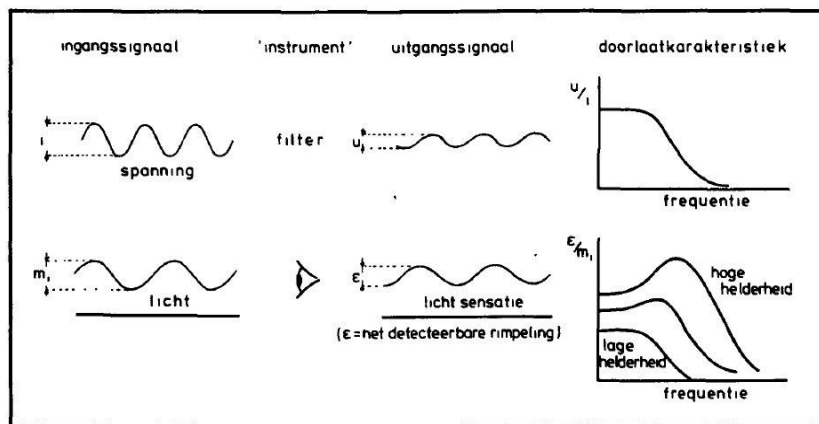


Fig. 4. Vergelijking van oog en filter in het bepalen van de doorlaatkarakteristiek voor fluctuaties. Het oog heeft een doorlaatkarakteristiek die zowel in vorm als in hoogte sterk afhankelijk is van de helderheid; deze aanpassing staat bekend als lichtadaptatie.

De hierboven geschetste methode heeft een breder toepassingsgebied dan alleen de genoemde flikkerverschijnselen. Bijvoorbeeld, ook de capaciteit van het oor in het volgen van fluctuaties in de geluidssterkte laat zich op deze wijze goed meten. Men heeft kunnen vaststellen dat het oor het meest gevoelig is voor fluctuaties met een ritme van 3 à 4 keer per seconde. Het is daarbij interessant op te merken dat dit goed aansluit bij het overheersende ritme in het gesproken woord. Een normale spraaksnelheid (ongeveer vier lettergrepen per seconde) levert een overeenkomstig fluctuatieritme in de geluidssterkte van de spraak. Het oor is dus goed toegerust om deze fluctuaties te kunnen volgen, en dat speelt natuurlijk een rol bij het kunnen verstaan van de spraak. Deze gedachtegang heeft een nieuw licht geworpen op de betekenis van een slechte zaalakoestiek voor de spraakverstaanbaarheid: bij sterke nagalm raken de voor de waarnemer belangrijke fluctuaties in de spraak versmeerd, waardoor de verstaanbaarheid achteruitgaat. Hoe slechter de 'modulatie-overdracht' in een zaal, hoe slechter de verstaanbaarheid. Het is gebleken dat met een op deze denkbeelden berustende meetmethode de invloed van een zaal op de spraakverstaanbaarheid goed kan worden vastgesteld. Daartoe wordt ter plekke van de spreker een testsignaal geproduceerd met een aantal standaardmodulaties. Uit het ter plekke van een luisteraar via een microfoon opgevangen signaal kan worden bepaald in hoeverre deze modulaties bewaard zijn gebleven. Daarmee kan op snelle en eenvoudige wijze de invloed op de verstaanbaarheid worden gemeten.

Verschillen in kaart brengen

Tot nu toe hebben we proeven besproken waarbij van een proefpersoon niet meer gevraagd wordt dan aan te geven of hij al of niet verschillen kan waarnemen tussen twee stimuli. We zullen ons nu richten op een situatie waarbij stimuli duidelijk als verschillend worden waargenomen. Deze kunnen van allerlei aard zijn, bijvoorbeeld een verzameling verschillende kleuren of vormen bij het zien, verschillende klanken bij het horen en verschillende reuken of smaken bij de reuk- of smaakzin. Voor het vinden van een structuur in een dergelijke verzameling gewaarwordingen zijn de laatste jaren zogenaamde multidimensionale schaaltechnieken ontwikkeld. We zullen deze aanpak toelichten aan de hand van een experiment over de structuur in de waargenomen verschillen tussen spraakklinkers. Wanneer iemand woorden als *haat*, *had*, *hoot* of *hiet* uitsprekt, dan horen we een voor elke klinker karakteristiek geluid, zonder dat we in staat zijn deze geluiden langs een ééndimensionale schaal te ordenen, zoals we dat wél kunnen bij klanken die alleen verschillen in luidheid of in toonhoogte. Blijkbaar is het timbre van een klinker een meerdimensionale grootte. We zouden kunnen proberen de klinkers te ordenen volgens een aantal semantische schalen zoals dof-helder, rond-scherp, enz. maar het gebruik van zo'n verbale techniek heeft grote bezwaren: we moeten er rekening mee houden dat deze schalen zélf gekoppeld zijn (bijv. dat dof en rond dicht bij elkaar liggende impressies zijn) en dat we in feite niet over woorden beschikken om de subjectieve verschillen passend uit te drukken. Daarom vermijden we liever het gebruik van dergelijke verbale, beschrijvende meettechnieken. We zouden al een heel stuk op weg zijn als we van elk paar klinkers het subjectieve verschil in de vorm van een getal ter beschikking zouden hebben. Zo'n matrix van getallen ziet er dan uit als een afstandstabel van bij voorbeeld de hoofdsteden van onze provincies. De eerste vraag is dan: hoe krijgen we een zo betrouwbaar mogelijke afstandstabel voor de timbres van klinkers, de tweede vraag: hoe zetten we deze tabel om in een meerdimensionale klinkerconfiguratie, vergelijkbaar met de geografische voorstelling voor de hoofdsteden.

De eerste vraag kan op een aantal manieren beantwoord worden. Een in de praktijk met succes toegepaste methode is die van de zgn. triadische vergelijkingen. Uit de verzameling klinkergeluiden die men wil onderzoeken kiest men per keer slechts een drietal en vraagt de proefpersoon te beslissen welk paar daarvan het meest verschillend klinkt en welk paar het minst verschillend. Het eerste paar kent men 2 punten toe, het tweede 0 punten en het overblijvende paar 1 punt. Deze scores worden genoteerd in de betreffende cellen van de perceptieve afstandstabel. Werkt men zo alle mogelijke drietallen af en telt men de scores in de matrix op, dan is het eindresultaat een in de meeste gevallen betrouwbare afstandstabel op grond van de perceptieve verschillen.

Met de vraag hoe we op grond van deze gegevens een meerdimensionale klinkerconfiguratie kunnen berekenen waarvan de afstanden tussen de punten representatief zijn voor hun perceptieve verschillen

hebben zich verschillende statistici beziggehouden. Een daartoe vaak gebruikt rekenprogramma is door de Amerikaan *J.B. Kruskal* ontwikkeld. Dit programma wordt als non-metrisch aangeduid omdat het slechts uitgaat van de rangorde van de getallen in de afstandstabel, niet van hun absolute waarde. Heeft men zo'n weergave van perceptieve klinkertimbres gevonden, dan zou men deze graag willen vergelijken met de fysische verschillen tussen die geluiden. De spraakklanken klinken immers verschillend omdat zij uiteenlopen in hun geluidsspectra, dat is hun energieverdeling als functie van de frequentie. Ook van deze spectrale verschillen kan men een meerdimensionale ruimtelijke voorstelling maken. Stel dat het geluidsspectrum van de klinker wordt gemeten met behulp van een serie van 18 bandfilters ter breedte van één derde octaaf, dan is elke klinker voor te stellen als een punt in een 18-dimensionale ruimte waarvan de coördinaatwaarden de geluidsniveaus (bijv. in dB) voor de 18 filters zijn. Hebben we 12 klinkers, dan resulteert dit in een configuratie van 12 punten in de 18-dimensionale ruimte. Via rekentechnieken (onder meer principale-componentenanalyse) kunnen we de (bij voorbeeld) tweedimensionale subruimte berekenen die deze puntenconfiguratie het beste weergeeft. We hebben dan op deze wijze een tweetal klinkerruimten verkregen: een perceptieve, die op de subjectieve verschillen is gebaseerd, en een fysische waaraan de spectrale verschillen ten grondslag liggen. Door deze twee te vergelijken kunnen we nagaan hoe goed de perceptie met de fysische beschrijvingswijze overeenkomt, met andere woorden hoe goed de spectrale analyse het verschillend horen van klinkers kan beschrijven. Een voorbeeld is in figuur 5 gegeven. We mogen hieruit concluderen dat multidimensionale schaaltechnieken zeer effectief zijn om verschillen in de gewaarwording in kaart te brengen.

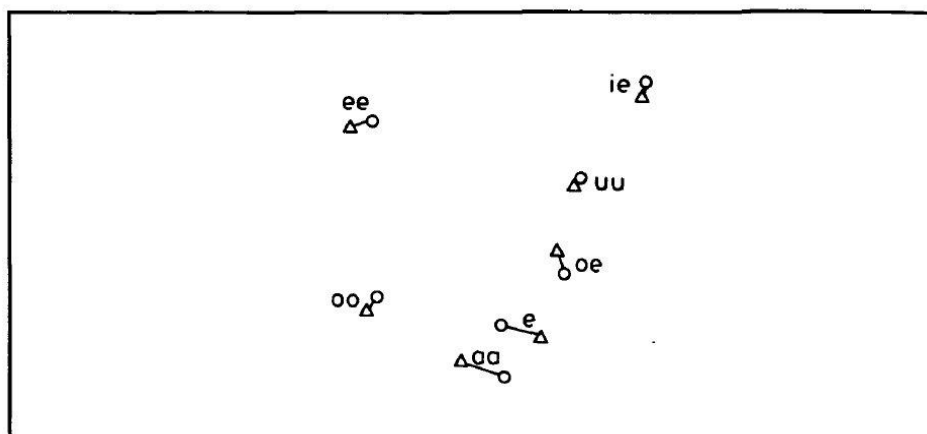


Fig. 5. Tweedimensionale weergave van enkele klinkers. De 'afstandtabellen' waaruit deze plattegronden werden gereconstrueerd werden verkregen door triadische vergelijkingen (Δ -perceptief) en uit de spectrale verschillen (O-fysisch). (Naar een studie van dr. L.C.W. Pols.)

Psychofysica, waartoe?

Het voorgaande illustreert dat in de psychofysica grote vindingrijkheid aan de dag wordt gelegd, waarbij op basis van simpele reacties van een proefpersoon (gelijkongelijk, groter-kleiner) vele fundamentele eigenschappen van de samenhang tussen prikkel en gewaarwording kunnen worden achterhaald. Ten slotte de vraag: wat drijft de psychofysicus? Naast gewone nieuwsgierigheid is een meer rationele drijfveer dat dit type onderzoek van belang is voor in hoofdzaak twee gebieden. Op grond van psychofysisch onderzoek kunnen allerlei typen afwijkingen (zoals verschillende soorten slechthorendheid of kleurenblindheid) beter begrepen worden. Dat is van belang voor de diagnostiek en voor het zo mogelijk verstrekken van de juiste hulpmiddelen. Voorts is het kennen van de mogelijkheden en de beperkingen van de zintuiglijke waarneming van belang als het erom gaat de

(werk)omgeving zo goed mogelijk in te richten. Wat is het meest geschikte waarschuwingssignaal in die lawaaiomgeving? Is het contrast op dat beeldscherm goed? Kunnen kleuren zodanig worden aangepast (bijv. het rood-geel-groen van verkeerslichten) dat ze ook bij veel voorkomende typen van kleurenblindheid nog onderscheidbaar zijn? Hoe kunnen de akoestische eigenschappen van een ruimte worden aangepast aan de behoeften van slechthorenden? Voor het beantwoorden van dergelijke vragen draagt de psychofysica de noodzakelijke basiskennis aan.

intermediair 18^e jaargang nr. 18
7 mei 1982

[Roelf Backus' Muziek, Oor & Gehoor Site](#)