

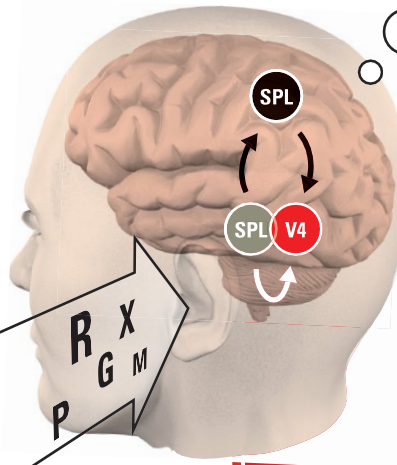
'Te veel' verbindingen

Bij letter-kleur synesthesie werken diverse hersengebieden samen: GR is het grafeemgebied, het hersengebied voor herkenning van letters en cijfers (grafemen). V4 is het kleureng gebiedje, dat ligt aan de achter- en onderkant van het brein, in de 'occidentale' hersenkwab waar informatie die binnenkomt via de ogen wordt verwerkt (de visuele cortex). Iets hoger ligt de superieure pariëtale lobule (SPL). Daar worden verschillende soorten informatie samengevoegd tot één kloppend geheel.

De pijlen in de figuur staan voor wisselwerkingen tussen hersengebieden. Bij synestheten zouden tijdens het opgroeien 'te veel' verbindingen tussen hersengebieden intact blijven (de zogenoemde 'cross-wiring hypothese'), in de figuur aangeduid met een witte pijl. Dit mechanisme overheerst bij de 'projectors' onder de proefpersonen.

Volgens de zogenoemde niet-geremde feedback theorie ontstaat synesthesie door het lekken van feedback signalen uit het hersengebied SPL (de zwarte pijlen). Dit mechanisme overheerst bij de 'associators' onder de proefpersonen.

(Bron: proefschrift Tessa van Leeuwen, 'How one can see what's not there: neuromechanisms of grapheme-colour synaesthesia')



BRON WWW.COMPONISTEN.NET, BEWERKING STUDIO NRC

De kleur van een klank

Rimbaud en Skrjabin

Synesthesie is waarschijnlijk het bekendst geworden door de kunsten. Zo begint het beroemde gedicht *Voyelles* (Klinkers) van Arthur Rimbaud (1854-1891) met de vermaarde regel 'A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu: voyelles', die hier in vertaling en in stukjes op de pagina staat. Rimbaud was zelf geen synestheet, maar werd mogelijk geïnspireerd door een 'chromatische musical' van een tijdgenoot, die de kleuren van de schil-

der Cézanne vertaalde in muziek. De Russische componist Alexander Skrjabin (1872-1915) had synesthesie. De Amerikaanse musicoloog Kenneth Peacock heeft de associaties van Skrjabin weergegeven in een klavier, dat hierboven is afgebeeld. De toetsen hebben de kleuren die Skrjabin zag bij de verschillende toonsoorten in de door hem gecomponeerde *Prometheus Symfonie* (*Le Poème du Feu*).

NEUROBIOLOGIE

Mensen met synesthesie zien kleuren bij klanken of letters. Hoe komt dat?

Marion de Boo

Als Tessa van Leeuwen een tekst leest, ziet zij een bont geheel. "De E is wit, de O is rood en zo heeft elke letter voor mij zijn eigen kleur, ook al is de pagina gewoon in zwart gedrukt", vertelt de Nijmeegse neurobioloog. "Mijn broer heeft dit ook, als kind wisten wij niet beter of het hoorde zo. Pas jaren later, tijdens een college biologie over visuele systemen, ontdekte ik dat dit iets bijzonders is." Het merkwaardige verschijnsel dat de ene sensatie een andere oproept, wordt synesthesie genoemd, Grieks voor 'samen waarnemen'. Woensdag hoopt Tessa van Leeuwen in Nijmegen te promoveren op de vraag hoe dat nou eigenlijk in de hersenen werkt.

Er bestaan tientallen meer of minder heftige vormen van synesthesie, soms zit het in de familie. Sommige mensen zien kleuren als zij muziek horen, of horen klanken bij kleuren. Anderen proeven smaken bij het horen van woorden. Sommige mensen

associëren elke dag van de week met zijn eigen speciale kleur. Twee tot vijf op de honderd mensen zien zwartgedrukte letters, cijfers en zelfs muziknoten in kleur. En als je ze daarnaar vraagt zeggen ze niet zomaar 'blauw', maar doen meestal spontaan alle moeite om precies de juiste kleurnuance zoals zij die persoonlijk ervaren te omschrijven. Het patroon is heel individueel en blijft in de loop van iemands leven tamelijk constant. Het gaat in elk geval om een aangeboren eigenschap, niet om een gevolg van ziekte of hersenbeschadiging. Het betreft een automatisme, een mechanisme dat altijd actief is en dat de betrokkene niet naar eigen wens kan aan- of uitschakelen. "Soms is het handig, het kleurpatroon helpt mij bijvoorbeeld om telefoonnummers beter te onthouden", zegt Van

O blauw

Leeuwen. "Voor mensen die de kleuren over de pagina zien dansen of vieze bittere smaken proeven als ze iets lezen kan synesthesie wel eens hinderlijk zijn."

Synesthesie is een bewuste ervaring, die niet rechtstreeks gekoppeld is aan een fysieke input in het brein – in werkelijkheid is die gedrukte pagina immers zwart. "Synesthesie-onderzoek biedt aanknopingspunten om te ontdekken hoe ook de 'normale' mens zich van ervaringen bewust wordt", zegt de onderzoekster. "Dat is een sleutelvraag in de neurobiologie. Met moderne neuro-imaging technieken kun je zulke neurale mechanismen stapje voor stapje in kaart

E wit

brenge.

Bij het Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour van de Radboud Universiteit Nijmegen onderzocht Van Leeuwen zo'n veertig mensen met letter-kleursynesthesie. De onderzoekster maakte ondermeer gebruik van Functionele Magnetische Resonantie Imaging (fMRI), een techniek die zeer nauwkeurig laat zien welke hersengebieden bij een bepaalde taak actief worden als je een proefpersoon in de scanner aan het werk zet. Ze werkte ook met Magneto-encephalografie (MEG), een techniek die laat zien welke hersengebieden in de loop van de tijd actief worden.

In het brein van een synestheet worden meer hersengebieden actief bij het lezen van letters dan bij niet-synestheten. Over de vraag in welke volgorde dat gebeurt was veel discussie onder wetenschappers. Bij letter-kleursynesthesie zijn in ieder geval drie hersengebieden betrokken: het kleureng gebiedje in de visuele cortex; de superior pariëtale lobule (SPL) die verschillende soorten informatie samenvoegt tot één kloppend geheel, en daarnaast het visuele gebied dat de vorm van letters analyseert.

Van Leeuwen: "De ene studie suggereert dat het kleureng gebied direct bij het zien van de letters actief wordt, de andere wijst er meer op dat dat later in het verwerkingsproces gebeurt. Ik heb aangetoond dat het allebei waar is, maar bij verschillende groepen mensen." De onderzoekster

maakt onderscheid tussen twee letter-kleursynestheten. In de ene groep, die zij de 'projectors' noemt, zitten mensen die de kleur ook echt op de letters zien, alsof het zo gedrukt staat. De andere groep, de 'associators', ziet de letter in zwart gedrukt is, waarbij de kleur er als een waas overheen ligt. Ongeveer net zoals je bij het bekijken van een zwart-wit foto van een stoplicht de juiste kleuren weet.

Van Leeuwen bestudeerde de patronen van hun hersenactiviteit met behulp van fMRI. Ze toonde aan dat bij synestheten die de kleur echt op papier geprojecteerd zien, al direct bij de eerste signaalverwerking in de hersenen, zodra zij de letter beginnen te herkennen, meteen ook het kleureng gebied in de hersenen geactiveerd wordt. Bij mensen die de kleur wat losser met de letter associëren, gebeurt dit pas later in het verwerkingsproces.

Hoe komt synesthesie eigenlijk tot stand? Volgens sommige genetici gaat het om een eigenschap waarbij veel verschillende genen betrokken zijn. Daarbij zou niet zozeer een bepaalde verschijningsvorm van synesthesie, maar veeleer het vermogen tot synesthesie aangeboren zijn. Zo komt het in families bijvoorbeeld voor dat een moeder kleuren ziet als ze klanken hoort, terwijl haar kind dan een letter-kleur synesthesie ontwikkelt.

De vraag naar het onderliggende mechanisme is nog niet beantwoord. Volgens de zogenoemde 'cross-wi-

I rood

A zwart

U groen

sche verschil nu oorzaak of gevolg van de synesthesie is.

Van Leeuwen werkt inmiddels als post-doc bij het Max Planck Institute for Brain Research in Frankfurt am Main. Ze onderzoekt nu behalve synesthesie ook de waarneming van schizofreniepatiënten. "Bij deze aandoening is de waarneming van de werkelijkheid verstoord doordat er juist minder verbindingen in het brein actief lijken te zijn. Net als synesthesie komt deze stoornis tijdens de ontwikkeling in de vroege jeugd in tot stand. Als we begrijpen hoe synesthesie ontstaat bij het leren lezen snappen we misschien ook meer van deze aandoeningen."

Maar hoe manifesteert de letter-kleurverbinding zich bij analfabeten? Van Leeuwen: "Het zou heel interessant zijn om te onderzoeken of ook bij niet-geletterde volkeren sprake is van synesthesie, en zo ja in welke vorm dan wel. Daar ben ik heel benieuwd naar."