



Bewustzijn binnen de experimentele psychologie

Welk bewustzijn er wordt onderzocht bij breaking continuous flash suppression experimenten.

Bachelorscriptie voor Kunstmatige Intelligentie ter waarde van 7,5 ECTS

Auteur: T.H. de Graaf (6016928)

Instelling: Universiteit Utrecht

Onder supervisie van: Dr. C.L.E Paffen

Tweede beordelaar: G.A. Holleman

Abstract

Dit onderzoek gaat over welk bewustzijn er wordt onderzocht door experimenteel psychologen bij een *breaking continuous flash suppression* experiment. Tsuchiya en Koch (2004) bedachten deze vorm van experimenten, waarbij een oog een stimulus niet waarneemt terwijl de stimulus wel aan het oog gepresenteerd wordt. Andere onderzoekers hebben aangetoond dat er informatie van de stimulus verwerkt kan zijn voordat de stimulus bewust is waargenomen (Gayet et al., 2016). Wat het bewust waarnemen van een stimulus inhoudt, kan volgens verschillende filosofische theorieën worden uitgelegd. De theorie van Damasio (1999) biedt een goed model waarbinnen het verwerken van informatie van een stimulus voor het bewust waarnemen van die stimulus verklaard kan worden. Het combineren van experimentele psychologie met de filosofische theorie is nuttig binnen het vakgebied Kunstmatige Intelligentie, omdat er hierdoor een richting gegeven kan worden aan vervolgonderzoek naar intelligente computersystemen.

Inhoud

Inleiding.....	4
Continuous flash suppression.....	5
Continuous flash suppression als onderzoekstechniek	5
Conclusies uit b-CFS en neurologische experimenten	6
Bewustzijn bij b-CFS experimenten.....	7
Bewustzijn	7
Verschillende soorten bewustzijn	7
Panpsychisme	9
Constitutief panpsychisme	9
Qualia	10
Bewustzijn als fundamentele bouwsteen	11
Analyse.....	12
Conclusie en discussie.....	14
Conclusie.....	14
Discussie	14
Relevantie voor KI	15
Literatuur	16

Inleiding

Binnen het vakgebied Kunstmatige Intelligentie (KI) draait het om het bestuderen en ontwikkelen van computersystemen die een bepaalde mate van intelligentie hebben. Voor het ontwikkelen van intelligente systemen is het relevant om te weten wat intelligentie is. Intelligentie is een zeer uitgebreid besproken begrip in diverse contexten, maar een context is specifiek voor KI interessant, namelijk die van bewustzijn. Bewustzijn is gelinkt aan intelligentie omdat er vaak wordt gedacht dat de mens intelligenter is dan andere organismen, omdat de mensen bewustzijn heeft. Het is dus belangrijk om te weten wat bewustzijn inhoudt en hoe het vormgegeven kan zijn. Met dit onderzoek draag ik bij aan het duidelijk krijgen wat bewustzijn inhoudt door het te betrekken op een experimenteel psychologisch experiment en bespreek ik hoe het vormgegeven kan zijn aan de hand van relevante filosofische theorieën.

Ik doe dit door een antwoord te zoeken op de vraag: welk bewustzijn wordt er onderzocht bij *breaking continuous flash suppression* experimenten? De aanleiding voor deze specifieke onderzoeksvraag is ontstaan uit het feit dat veel experimenteel psychologen praten over het bewust worden van een stimulus in *breaking continuous flash suppression* (b-CFS) experimenten zonder bewustzijn exact te definiëren, terwijl er aan de andere kant filosofen zijn die theorieën hebben over het bewustzijn bij mensen. Die theorieën passen filosofen vooral toe op gedachte-experimenten. De twee vakgebieden worden binnen dit kader niet veel aan elkaar gekoppeld.

Dit onderzoek valt in drie onderdelen uiteen. Allereerst zet ik uiteen wat er gebeurt en onderzocht wordt bij b-CFS-experimenten. De techniek wordt voor verschillende experimentele doeleinden gebruikt (Gayet et al., 2016; Korisky et al. 2018). Bij '*continuous flash suppression*', zoals het geïntroduceerd werd door Tsuchiya en Koch (2004), kunnen visuele stimuli voor de gewaarwording onderdrukt worden. De onderzoeker heeft controle over looptijd van de onderdrukking en dat levert een voordeel op ten opzichte van andere technieken waarmee visuele onderdrukking wordt bereikt. Er met behulp van deze techniek onderzocht worden of er informatie van de onderdrukte stimulus doordringt en verwerkt wordt in de hersenen, en zo ja wanneer, zonder dat een participant aangeeft zich bewust te zijn van de stimulus.

Het tweede onderdeel bestaat uit een overzicht van de filosofische theorieën over en definities van bewustzijn. Ik heb de onderzoeksvraag geformuleerd als 'Welk bewustzijn ...' in plaats van 'Welke soort bewustzijn ...' of iets vergelijkbaars, om rekening te houden met de visie dat er geen soorten bewustzijn bestaan. Zo spreekt Block (1995) over een tweedeling tussen verschillende soorten bewustzijn, namelijk '*access consciousness*' en '*phenomenal consciousness*'. Chalmers (1995) maakt een tweedeling dat hij het een moeilijk en een makkelijk probleem noemt. Hierbij geven ze allebei een duidelijk onderscheid tussen de twee. Naast Block en Chalmers zijn er ook andere filosofen die theorieën hebben opgesteld over bewustzijn, zoals Dennett (2017) die het moeilijke probleem van Chalmers ontkent. In de desbetreffende sectie weid ik verder uit over de verschillende theorieën. Ik richt mij voornamelijk op de meest gangbare, relevante en aangehaalde theorieën van de afgelopen jaren. Dit omdat die vaak voortgebouwd zijn op daarvoor bestaande theorieën en daar een toevoeging of verbetering aan hebben geleverd.

Tot slot neem ik deze twee onderwerpen samen en werk ik uit wat er te zeggen is over bewustzijn bij b-CFS-experimenten. Daarmee wil ik duidelijkheid creëren en een richting geven aan onderzoek dat gebruik maakt van b-CFS-experimenten waar de focus gelegd kan worden. Het wordt specifieker welk bewustzijn onderzocht wordt of eventueel welke verschillende delen van het bewustzijn er met dergelijke experimenten onderzocht kunnen worden of juist niet onderzocht kunnen worden.

Continuous flash suppression

Continuous flash suppression als onderzoekstechniek

‘*Continuous flash suppression (CFS¹)*’, zoals het geïntroduceerd werd door Tsuchiya en Koch (2004), is een techniek waarmee visuele stimuli voor de gewaarwording onderdrukt kunnen worden, terwijl deze wel aan het oog worden getoond. Ook heeft de onderzoeker controle over de looptijd van deze onderdrukking. Hierdoor kan een stimulus voor lange tijd (een aantal minuten) aangeboden worden, zonder dat een participant de stimulus heeft bewust waargenomen (Tsuchiya & Koch, 2004). Een recentere versie van deze manier van experimenteren heet ‘*breaking continuous flash suppression*’ (Jiang et al., 2007; Gayet et al., 2014). Hierbij wordt gemeten hoe lang het duurt voordat een stimulus wordt waargenomen. Door gebruik te maken van deze techniek, kan er worden onderzocht of er informatie van de stimulus doordringt voordat de participant aangeeft de onderdrukte stimulus waar te nemen.

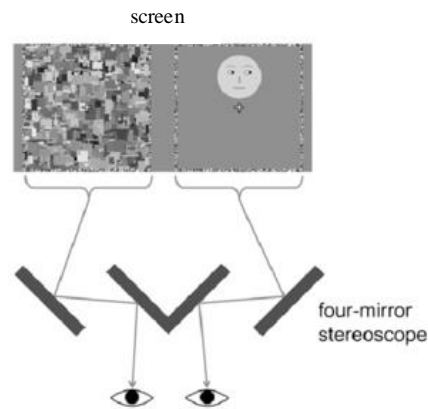
Breaking continuous flash suppression experimenten gaan als volgt. De participant kijkt met beide ogen naar voren, op een dusdanige manier dat beide ogen een ander beeld zien. Dit kan op verschillende manieren bereikt worden, maar een veel gebruikte en betrouwbare manier is het gebruik van een spiegel voor elk oog, die 45 graden gedraaid staat ten opzichte van het oog (zie Figuur 1). Vervolgens wordt het ene blootgesteld aan een knipperende stimulus, terwijl het andere oog nog niets te zien krijgt (zie A en B in Figuur 2). Voor de participant ziet het eruit alsof het totale beeld gevuld is met de knipperende stimulus (zie C in Figuur 2). Vervolgens wordt het andere oog blootgesteld aan de te onderzoeken stimulus. De stimulus wordt met een toenemende intensiteit gepresenteerd. De participant drukt op een knop zodra hij de stimulus waarneemt.

Er zijn twee mogelijkheden van taken die veel gebruikt worden door onderzoekers (C.L.E. Paffen, persoonlijke communicatie, 5 juni 2019). De eerste is een simpele reactietijd (RT) taak. Hierbij moet de participant op een knop drukken zodra een stimulus verschijnt. Dat wil zeggen, zodra de participant de stimulus waarneemt. De tweede optie is een keuze-RT-taak. Bij deze taak zijn er verschillende knoppen waar de participant op kan drukken, bijvoorbeeld het linker en rechter pijltje op een toetsenbord. Hiermee kan de participant aangeven waar hij de stimulus waarneemt. Een ander voorbeeld van een keuze-RT-taak is een stimulus met een inhoud, zoals een huis of een gezicht, waar de participant adequaat op moet reageren. Bij beide mogelijkheden wordt de reactietijd gemeten en bijgehouden of de participant de taak correct uitvoert. Dit tweede is bij de keuze taak gemakkelijker te controleren, omdat de stimulus met een bepaalde knop geassocieerd is. Hierdoor blijft er hoogstens een kans over dat de participant alles goed doet, zonder daadwerkelijk de stimuli waargenomen te hebben.

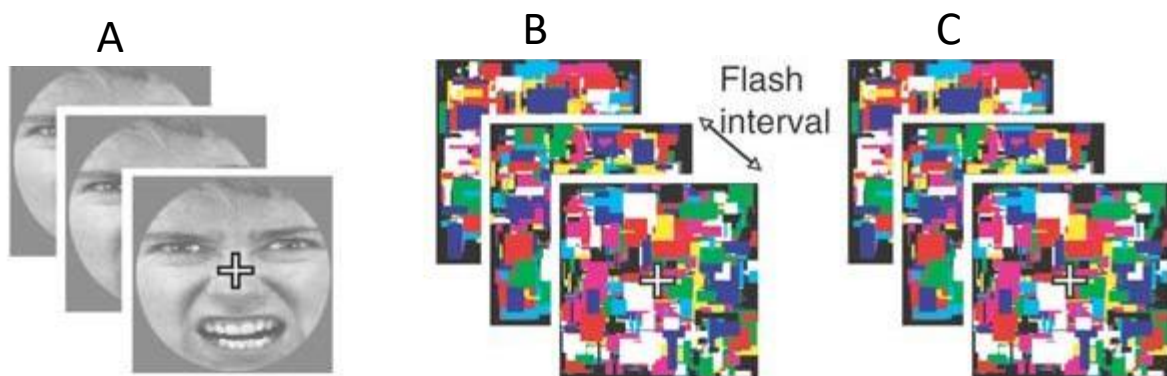
CFS bouwt voort op visuele illusies waarbij beelden onderdrukt worden ondanks een blootstelling aan de retina, zoals binoculaire rivaliteit, *flash suppression* (Tsuchiya & Koch, 2004), *inattentional blindness* (Kim & Blake, 2005), *change blindness* en de *attentional blink*. Al deze technieken zijn geschikt om de neurale afgeleiden van visueel bewustzijn te onderzoeken, maar CFS heeft de eerdergenoemde eigenschap van een langere onderdrukking als voordeel ten opzichte van de andere technieken. Gebruikmakend van deze eigenschap hebben Stein en Sterzer (2012) onderzocht of participanten negatieve of positieve gezichtsuitdrukkingen eerder waarneemt. Dit was met andere technieken al eerder onderzocht, maar pas in het onderzoek van Stein en Sterzer, die gebruik maakten van b-CFS, kon

¹ Hier is het CFS en niet b-CFS omdat ‘*breaking*’ in b-CFS slaat op het doorbreken van de onderdrukking. Dit gebeurt dus specifiek tijdens een experiment.

geconcludeerd worden dat positieve gezichtsuitdrukkingen significant eerder tot de gewaarwording doordringen. Ook hebben Gayet en collega's (2016) gevonden dat participanten een beangstigende stimulus eerder waarnemen dan een neutrale stimulus. Hiervoor maakten ze gebruik van b-CFS in combinatie met een klassiek angst-conditioneringsexperiment.



Figuur 1 Opstelling breaking continuous flash suppression experiment. (Chen, Y.C., Yeh, S.L., 2012)



Figuur 2 Percept breaking continuous flash suppression experiment. A is de stimulus die gepresenteerd wordt aan het linkeroog en die wordt onderdrukt. B is de knipperende stimulus die gepresenteerd wordt aan het rechteroog. C is het percept dat de participant heeft tijdens de onderdrukking. (Tsuchiya & Koch, 2005)

Conclusies uit b-CFS en neurologische experimenten

Conclusies die uit bovengenoemde b-CFS-experimenten worden getrokken, hebben betrekking op de vraag welke informatie verwerkt wordt voor een afbeelding tot het, door de participant aangegeven, bewustzijn doordringt. Uit onderzoek van Tong en collega's (1998) blijkt dat de hersenactiviteit in de *fusiform face area* (FFA) en de *parahippocampal place area* (PPA) een reflectie is van een waargenomen stimulus in tegenstelling tot de aangeboden stimulus, oftewel de stimulus die doordringt tot hogere orde verwerking in de hersenen is een bewerkte versie van de aangeboden stimulus. Dit hebben zij onderzocht met fMRI de hersenactiviteit in de FFA en de PPA te meten tijdens binoculaire rivaliteit, waarbij de participant met een oog een gezicht en met het andere oog een huis zag. In 2001 hebben Tong en Engel aangetoond dat de eerste visuele cortex (V1) al een rol speelt in het filteren van visuele informatie van een oog. Om deze conclusie te kunnen trekken maakten zij gebruik van een experiment waarbij ze met fMRI maten hoeveel activiteit er was in het deel van V1 dat monoclair is, omdat er informatie van een oog binnenkomt, maar het beeld bij het andere oog op de blinde vlek valt.

Er zijn ook experimenten die aangetoond hebben dat er wel informatie van een onderdrukt beeld doordringt, maar experimenten waarbij hersenactiviteit wordt gemeten laten zien dat hoe dieper in de visuele verwerkingsketen hoe minder informatie gereflecteerd wordt van de onderdrukte stimulus (Gayet et al., 2014). Tong, Meng en Blake trokken in 2006 ook de conclusie dat competitie tussen beelden zowel op een laag als op een hoog verwerkingsniveau plaatsvindt, waarbij het lage niveau essentieel is voor het aanzetten van binoculaire rivaliteit, maar dat onderdrukking plaatsvindt op elk niveau. Daarbij stelden zij vast dat ‘*top-down*’ invloeden, zoals Gestaltprincipes, op visuele aandacht ook effect kunnen hebben op de dominantie van een specifiek beeld tijdens rivaliteit (Tong et al., 2006).

Bewustzijn bij b-CFS-experimenten

Experimenten tonen dus aan dat mensen zich bewust zijn van verschillende dingen. Mensen nemen stimuli waar; in de hersenen worden stimuli verwerkt, maar deze kunnen afwijken van de gepresenteerde stimuli; er wordt informatie verwerkt van niet waargenomen stimuli. Hieruit volgt de vraag wat het bewustzijn inhoudt, dat de participant aangeeft, ten opzichte van het bewustzijn van de onderdrukte stimuli. Ik noem het tweede hier ook bewustzijn, omdat er al informatie van verwerkt is voor de participant aangeeft de stimuli te hebben waargenomen. Dit suggereert dat er een onderscheid is van verschillende vormen van bewustzijn, maar dit is niet vanzelfsprekend het geval. Zoals ik in het volgende deel zal uitwerken, is een tweedeling of verdeling wel een zeer populaire gedachte. Een andere vraag die b-CFS-experimenten oproepen is wat het verschil is tussen het bewustzijn van een stimulus bij een simpele-RT-taak en een keuze-RT-taak. Het is goed mogelijk dat er verschil aan te geven is, omdat een keuze-RT-taak te maken heeft met de inhoud van de stimulus. Het verwerken van bepaalde inhoud kan van een hogere orde verwerking zijn in de hersenen (Donders, 1868), waardoor het mogelijk een andere vorm van bewustzijn betreft. Voor ik deze vragen kan beantwoorden en er een conclusie over kan trekken, geef ik eerst een overzicht van de filosofische theorieën en gedachten omtrent bewustzijn.

Bewustzijn

Hier geef ik een overzicht van een aantal theorieën van filosofen en wetenschappers in relevante vakgebieden over bewustzijn. Dit bewustzijn heeft in principe betrekking op mensen, maar zoals zal blijken zijn sommige theorieën gestoeld op ideeën over bewustzijn bij andere organismes of zelfs bij alles. Er wordt al sinds de oude Griekse filosofen over bewustzijn nagedacht en de Fransman Descartes ontwikkelde een uitgebreide theorie over hoe het bewustzijn gescheiden is van het fysieke en samenkomt in de hersenen (Descartes, 1637), maar ik beperk mijn analyse tot theorieën die nu gangbaar en relevant zijn. Dit omdat die vaak voortgebouwd zijn op daarvoor bestaande theorieën en daar een toevoeging of verbetering aan hebben geleverd.

Verschillende soorten bewustzijn

In 1995 publiceerde Chalmers het boek ‘*The conscious mind: In search of a fundamental theory*’. Zoals de titel impliceert, ging hij hierin op zoek naar een fundamentele theorie over bewustzijn. Hij begint met het maken van een tweedeling in het probleem rondom het verklaren van bewustzijn: de makkelijke problemen en het moeilijke probleem (Chalmers, 1995b).

De makkelijke problemen zijn volgens Chalmers situaties waarin bewustzijn blijkt uit het reageren op bepaalde stimuli, het aanduiden van mentale staten of het onderscheiden van en reageren op prikkels in je omgeving (Chalmers, 1995a). Dit wordt veelvuldig getest binnen de experimentele psychologie. Denk aan een experiment waarbij een participant naar een zwart scherm kijkt, waar links of rechts een stip verschijnt en de participant doormiddel van een linker- en rechterknop moet aangeven waar de stip verschijnt. Deze eerste problemen worden door hemzelf problemen van ‘psychological consciousness’ genoemd (Chalmers, 1995b). Dit zijn makkelijke problemen omdat ze te verklaren zijn door een mechanisme te vinden dat de bepaalde functie uitvoert.

Het moeilijke probleem wordt soms aangeduid met het probleem van ‘*phenomenal consciousness*’, maar Chalmers noemt het zelf het probleem van ‘*conscious experience*’ (Chalmers, 1995a; Chalmers, 1995b). Hij legt dit uit als het ontbreken van een verklaring voor hoe het kan dat fysieke processen in het brein ervoor zorgen dat een persoon dingen ‘ervaart’ en hoe het kan dat het voor iemand voelt om een ‘*first person*’ kijk te hebben. Dingen ervaren is te vergelijken met het beseft dat je deze tekst aan het lezen bent, daarbij zit, in een bepaalde ruimte, in het leven. Deze beseffen heb je waarschijnlijk niet allemaal tegelijk, maar je kunt ze wel hebben. De vraag is dus hoe het mogelijk is dat fysieke processen ervoor zorgen dat je die beseffen kunt hebben.

Dit moeilijke probleem heeft Block in zijn paper ‘*On a confusion on a function of consciousness*’ (1995) ook aangeduid. Hij heeft het over ‘*phenomenal consciousness*’, waarmee hij net als Chalmers het bewustzijn van ervaring bedoelt. Daarnaast geeft hij een naam aan het bewustzijn wat het makkelijke probleem van Chalmers is. Hij noemt het ‘*access consciousness*’. Dit definieert hij als het deel van bewustzijn waarin de inhoud klaar is om gebruikt te worden als premisse in een redenering, klaar is voor een rationele actie en eventueel klaar is om gebruikt te worden op een rationele manier voor het controleren van spraak. Het klaar zijn om gebruikt te worden voor spraak is optioneel, omdat ook dieren zonder spraak de mogelijkheid moeten hebben om *access consciousness* te bezitten. Chalmers legt het uit als bewustzijn dat blijkt uit het reageren op stimuli. Block legt het uit als bewustzijn waarin de inhoud klaar is om te reageren op een stimuli. Er zit dus een subtiel verschil tussen beide: de definitie van Chalmers is passiever van aard dan de definitie van Block, maar dit verschil is niet relevant voor de verdere discussie aangezien ze beiden doelen op een vergelijkbare tweedeling.

Anders dan Chalmers en Block een tweedeling maken in de verklaring van of tussen delen van bewustzijn, onderscheidt Damasio twee soorten bewustzijn op basis van tijd en hoe ze ontstaan. Damasio noemt de eerste soort ‘*core consciousness*’ (Damasio, 1999). Dit is een primitieve vorm van bewustzijn die voorkomt bij mensen en dieren. Het is een directe en tijdelijke vorm van bewustzijn (ibid). De tweede soort noemt Damasio ‘*extended consciousness*’ en dit is een soort bewustzijn die betrekking heeft op de toekomst en het verleden van de ervaring. Deze tweedeling verschilt van de tweedeling van Chalmers en Block, wat betreft de gronding. Damasio onderbouwt ‘*core consciousness*’ met zes stappen, die ik, vrij vertaald, hieronder weergeef, maar daarvoor is het van belang om een aantal termen die Damasio gebruikt uit te leggen. Allereerst heeft Damasio het veel over een ‘object’ dat interacteert met een organisme. Dit kan van alles zijn, bijvoorbeeld een persoon, een plaats, een gevoel, enzovoorts (Damasio, 1999). Daarnaast deelt Damasio ‘representaties’ in onder twee noemers: afbeeldingen en neurale patronen. Van de afbeeldingen kan een organisme zich bewust zijn, maar van de neurale patronen nooit. De neurale patronen worden ook aangeduid met ‘*maps*’.

1. Bewustzijn hangt af van nieuwe kennis van de interactie tussen een organisme en een object in de buitenwereld.
2. Van dat object zijn er eerste orde *maps* in het brein aanwezig en er zijn eerste orde *maps* van het organisme zelf aanwezig.
3. De map van daadwerkelijke object verandert de map van het object in het brein.
4. Die verandering wordt in een tweede orde map weergegeven.
5. De eerste en tweede orde *maps* kunnen afbeeldingen worden.
6. De afbeeldingen die relatie tussen de eerste en tweede orde *maps* weergeven zijn gevoelens.

Hieruit volgt dat *core consciousness* van moment tot moment gaat, want er is een constante stroom van interactie tussen eerste orde *maps* die beïnvloed worden door objecten en tweede orde *maps* creëren. *Core consciousness* heeft geen uitbreiding in de tijd (Damasio, 1999). Daarvoor is er een tweede soort bewustzijn: '*extended consciousness*'.

Damasio's redenering verschilt van Chalmers en Block, maar de tweedeling is toch zeer overeenkomstig. Het *core consciousness* kan worden vergeleken met het makkelijke probleem van Chalmers en het *access consciousness* van Block. Waar Chalmers slechts noemt dat het makkelijke probleem makkelijk is omdat het verklaard kan worden door een mechanisme te vinden dat een functie uitvoert, werkt Damasio een model uit hoe een dergelijke verklaring eruitziet. Block beschrijft *access consciousness* als een situatie van bewustzijn waarin de inhoud klaar is om te gebruiken voor een redenering. Het is niet expliciet in deze definitie omschreven, maar het voelt aannemelijk te concluderen dat dit betrekking heeft op een moment tot moment type bewustzijn. Naast deze overeenkomst ontstaat *extended consciousness* wanneer autobiografische herinneringen een object in *core consciousness* worden (Damasio, 1999). Autobiografische herinneringen zijn herinneringen die een entiteit heeft over zichzelf in relatie tot objecten. Chalmers zocht naar een verklaring voor hoe het kan dat fysieke processen ervoor zorgen dat een persoon dingen ervaart en Damasio's tweedeling doet een stap in de richting van een verklaring hiervoor. Echter ook Damasio laat de verklaring voor hoe *extended consciousness* ontstaat uit die autobiografische herinneringen open.

Panpsychisme

Naast de hierboven besproken ideeën van Chalmers, Block en Damasio, is er ook een stroming ten aanzien van bewustzijn die al veel ouder is. Panpsychisme is de visie dat mentaliteit fundamenteel en alomtegenwoordig is in de wereld (Goff et al., 2017).

Alhoewel er al sinds Plato in verschillende contexten nagedacht wordt over panpsychisme, zijn er een aantal recente, interessante ideeën die ik hieronder bespreek. Daarnaast is het belangrijk om te noemen dat panpsychisme in twee vormen voorkomt met betrekking tot welk aspect van mentaliteit fundamenteel en alomtegenwoordig is, namelijk: panexperientialisme en pancognitivism. De laatste stelt dat gedachten fundamenteel en alomtegenwoordig zijn. De eerste stelt daarentegen dat bewuste ervaring fundamenteel en alomtegenwoordig zijn en dat is de vorm waar ik verder mee zal werken.

Constitutief panpsychisme

Chalmers (2015) onderscheidt constitutief panpsychisme van non-constitutief panpsychisme. Constitutief panpsychisme is het idee dat 'macro-ervaring' (volledig of deels), ofwel ervaring op het niveau zoals wij mensen het kennen, geconstitueerd wordt door 'micro-ervaring' (Chalmers, 2015), ofwel een soort ervaring die aanwezig is op het niveau van de kleinste deeltjes. Anders gezegd, micro-ervaringen leveren gezamenlijk macro-ervaring op (ibid).

Volgens constitutief panpsychisme hebben de kleinste deeltjes een hele basale vorm van bewustzijn (Goff et al., 2017). Het bewustzijn van grotere entiteiten is dan vervolgens een soort som van al het bewustzijn van de kleinere delen. Dit roept een probleem op voor constitutief panpsychisme: het combinatieprobleem. Wederom Chalmers (2016) heeft hierover uitgeweid en hij omschrijft het probleem met de vraag: hoe worden de ervaringen van fundamentele fysische entiteiten als quarks of fotonen gecombineerd om de algemeen bekende vorm van menselijk bewustzijn op te leveren?

Non-constitutief panpsychisme heeft deze vraag niet. Non-constitutief panpsychisme, of emergent panpsychisme, gaat ervan uit dat er micro-ervaring en macro-ervaring is, maar dat micro-ervaring niet ten grondslag ligt aan macro-ervaring (Chalmers, 2015). De term emergent panpsychisme slaat op het idee dat macro-ervaring een sterkere naar voren komende eigenschap is uit micro-ervaring (ibid). Non-constitutief panpsychisme claimt dus dat macro-ervaring een emergent fenomeen is dat niet volledig verklaart kan worden in termen van metafysica (Brüntrup, 2017). Hierdoor ontstaan er binnen non-constitutief panpsychisme heel moeilijk te begrijpen hoe het mentale met het fysieke samenhangt.

Qualia

Veel wetenschappers hebben het idee dat er iets moet bestaan in de hersenen wat de ervaring van iets bewust waarnemen anders maakt, dan slechts iets kennen. Dat zijn qualia: ‘de kwalitatieve eigenschappen van de waarneming’. Dit zijn eigenschappen als kleuren, geuren, geluiden, gladheid, vloeibaarheid, enzovoorts. Een belangrijk gedachte-experiment dat pleit voor het bestaan van qualia is dat van Jackson. Hij beschrijft een zekere Mary die in een ondergrondse ruimte leeft waar alles zwart-wit is. Mary weet alles over de waarneming van de kleur rood, maar ze heeft de kleur nog nooit gezien. Als ze uit de ruimte komt en rood voor het eerst waarneemt, leert ze de ervaring van hoe het is om rood te zien (Jackson, 1982).

Echter, niet iedereen is het eens over het bestaan van qualia. Dennett definieert bewustzijn als volgt:

“Consciousness is a user illusion, a brilliant simplification of the noisy tumult of causation and interaction that needs to be prudently and swiftly sampled in order for the brain to do its work of controlling a large complex body through a challenging, changing world.” ~Dennett, 2017

Bewustzijn is dus een simplificatie van de gehele input die de mens krijgt. Dit is in lijn met theorieën over het werkgeheugen ten opzichte van het iconisch geheugen: we krijgen veel meer informatie binnen dan we daadwerkelijk waarnemen (Sperling, 1960; Luck & Vogel 1997). Uit deze definitie van bewustzijn kan vrij gemakkelijk geconcludeerd worden dat qualia niet heel belangrijk zijn voor cognitieve vaardigheden. Qualia zijn intern belangrijk voor het veroorzaken van het geloof wat de persoon heeft die doormiddel van introspectie uitdrukt hoe hij iets ervaart (Dennett, 2017). Ze maken weinig uit voor cognitieve vaardigheden, want veel bijdrages die van belang zijn, zijn al geleverd voordat er iets in het verhaal van degene die introspectie pleegt terecht komen (ibid). Een voorbeeld dat Dennett hiervoor geeft, is ‘*unfelt pains*’ in je slaap. Het kan in je slaap gebeuren dat je ledematen in een oncomfortabele positie terecht komen. Hier heb je geen bewuste pijnsensatie van, maar je lichaam reageert er wel op om te voorkomen dat je (gewrichts)schade oploopt. Een ander voorbeeld dat Dennett geeft is dat het mogelijk is dat er een adrenaline toename plaatsvindt door angst-discriminatie van het limbische systeem, voordat er een intentioneel object van die angst in het bewustzijn van de persoon aanwezig is. Qualia bestaan dus naast het menselijke vermogen om te reageren op stimuli. Ze worden door

onzelf toegekend aan dingen in het echt. Rode dingen zijn rood door dingen die gebeuren in ons hoofd, maar niet door rode dingen die gebeuren in ons hoofd (Dennett, 2017).

“[B]ecause [qualia] are identified or defined in terms of the proclivities of (normal) minds of one species or another [...] they can be identified as examples of the benign illusions of our evolved user-illusion.” ~Dennett, 2017

Hiermee ontkent Dennett het bestaan van qualia in het menselijke brein. Hij ontkent niet het bestaan van perceptuele eigenschappen, zoals kleur, geur, geluid, vloeibaarheid, enzovoorts (ibid). Het gaat hem er slechts om dat qualia in het menselijke brein een gebruikersillusie zijn, net zoals het monster van Loch Ness of Sinterklaas.

Daarnaast redeneert Dennett, aangezien qualia niet bestaan, dat het moeilijke probleem van Chalmers helemaal geen moeilijk probleem is, maar slechts een serie makkelijke problemen over hoe mensen konden denken dat qualia echt bestonden (Dennett, 2017). Hieruit volgen vragen over wat er echt in het brein afspeelt (ibid).

Bewustzijn als fundamentele bouwsteen

In zijn paper ‘Facing Up to the Problem of Consciousness’ (1995a) bespreekt Chalmers een oplossing voor het moeilijke probleem van bewustzijn. Hij spreekt hier over bewustzijn als fundamentele bouwsteen. Dit wil zeggen: een entiteit die niet te verklaren is in iets eenvoudigers (Chalmers, 1995a). Dit vergelijkt hij met fundamentele bouwstenen in natuurwetenschappen. Zo is massa bijvoorbeeld een fundamentele entiteit die niet wordt geprobeerd in eenvoudigere termen te verklaren. Een ander voorbeeld is elektromagnetische processen. Deze zijn in de 19e eeuw door verschillende onderzoekers verklaard in de termen elektromagnetische lading en elektromagnetische krachten als nieuwe fundamentele begrippen van een fysische theorie. Chalmers heeft in meer recent werk een combinatie gemaakt van bewustzijn als fundamentele bouwsteen en bewustzijn zoals het wordt omschreven door het panpsychisme.

Aansluitend bij het idee van Chalmers dat bewustzijn een fundamentele bouwsteen is, stellen Kanai & Tsuchiya (2012) voor dat qualia, volgens hun kleinschalige definitie, de elementaire delen zijn van fenomenale ervaring. Deze kleinschalige definitie onderscheiden zij van een brede definitie. Een quale in de brede zin duidt op de hele bewuste ervaring op een bepaald moment, bestaande uit alle verschillende modaliteiten zoals zicht, gehoor, gevoel, enzovoorts, en de daarbij komende aspecten van de modaliteiten zoals kleur, vorm en oriëntatie binnen zicht (Kanai & Tsuchiya, 2012). De kleinschalige definitie duidt op de elementaire ervaringen die niet deelbaar zijn in kleinere ervaringen, zoals de roodheid van rood. Hiermee doen zij vervolgens een serie uitspraken, gebaseerd op neurologische onderzoeken, over waar de neurale afgeleiden van deze kleinschalige qualia te vinden zijn in het brein.

Een andere geavanceerde theorie over de neurale afgeleiden van bewustzijn is de zogenaamde ‘*integrated information theory*’. Tononi en collega’s werken al ruim een decennium aan deze theorie, die een connectie probeert te maken tussen bewustzijn en het brein. Bij deze theorie wordt bewustzijn aan informatie gelinkt (Tononi et al., 2016). Vervolgens geeft de theorie een wiskundige uitwerking van het idee dat hoe complexer de informatieverwerking is, hoe meer bewustzijn. Tononi roept de eenheid ‘*phi*’ in het leven voor de graad voor hoeveel informatie er geïntegreerd wordt in een systeem (ibid). In het menselijke brein wordt er veel informatie geïntegreerd, dus een hoge *phi*, dus veel bewustzijn (Chalmers, 2014; Tononi et al., 2016).

Analyse

Het zoeken naar neurale afgeleiden van bewustzijn is een interessant en snel ontwikkelend onderzoeksgebied. Waar Dennett stelt dat qualia niet bestaan, en dat het zelfs niet handig en nuttig is om te zoeken naar iets dergelijks, zijn veel neurologen wel van mening dat ze deze kunnen vinden in het brein. Vervolgens is het mogelijk om, als zo iets te vinden is, daarmee het bewustzijn te verklaren en, om terug te grijpen op het onderwerp van dit onderzoek, een *bottom-up* verklaring te geven voor waar iemand zich bewust van is bij een b-CFS-experiment op welk moment. Op dit moment kunnen we verschillende antwoorden geven op de vraag: ‘welk bewustzijn wordt er onderzocht bij breaking continuous flash suppression experimenten?’

Volgens een theorie waarbij er verschillende soorten bewustzijn onderscheiden kunnen worden, zijn verschillende stadia van een b-CFS-experiment op verschillende delen te passen. Het model wat Damasio opstelt bestaat uit zes stappen. Het proces van bewustwording dat plaatsvindt tijdens een b-CFS-experiment is te analyseren aan de hand van deze stappen:

1. De stimulus wordt gepresenteerd aan het oog. Hierdoor ontstaat nieuwe kennis van de interactie tussen de participant en de stimulus in de buitenwereld.
2. Van een stimulus zijn eerste orde *maps* in het brein aanwezig en er zijn eerste orde *maps* van de participant zelf aanwezig.
3. De map van de daadwerkelijke stimulus verandert de map van een stimulus in het brein.
4. Die verandering wordt in een tweede orde map weergegeven.
5. De eerste en tweede orde *maps* kunnen afbeeldingen worden. Als dat gebeurt wordt de participant zich bewust van de stimulus.
6. De afbeeldingen die de relatie tussen de eerste en tweede orde *maps* weergeven zijn gevoelens. Hier begint het *extended consciousness*, dus dit kan in een b-CFS-experiment vergeleken worden met een reactie van de participant over wat die ervaren tijdens het uitvoeren van de taak.

Bij deze indeling van Damasio is het heel duidelijk waar het bewust worden van de participant van de stimulus zich bevindt, namelijk in stap 5. Dat de participant zich pas in stap 5 bewust wordt, verklaart waarom er informatie van de stimulus verwerkt kan zijn voordat de participant aangeeft zich de stimulus te hebben waargenomen. Er is immers al een map gemaakt van de stimulus, deze is vergeleken met een bestaande map van een stimulus en *maps* over de participant zelf. Op deze manier is het ook te verklaren waarom sommige stimuli eerder doordringen tot het bewustzijn: er worden eerder afbeeldingen van gemaakt. Een verklaring voor het eerder vormen van afbeeldingen kan zijn dat de bestaande *maps* al veel lijken op de nieuwe *maps*. Er is ook een evolutionaire verklaring mogelijk, zoals dat als de tweede orde *maps* die in stap 4 worden gevormd een bepaalde belangrijkheid hebben, deze dan eerder afbeeldingen worden.

Een b-CFS-experiment is ook te analyseren aan de hand van een panpsychistische uitleg. Volgens het panpsychisme is bewustzijn fundamenteel en alomtegenwoordig. Specifiek volgens het constitutief panpsychisme telt de kleine mate van bewustzijn die elke entiteit bezit op tot een groter geheel. Bij een b-CFS-experiment kan het zijn dat zodra de stimulus aan het oog gepresenteerd wordt er kleine delen in ons brein ‘bewust’ van worden, eerst de cellen in het oog, dan groepen neuronen, dan kleine hersengebieden, enzovoorts. Op deze manier duurt het even voordat het grotere bewustzijn is gevormd. Dat verklaart waarom er informatie is verwerkt van een stimulus voordat een participant zich er bewust van is, er zijn namelijk al delen van de hersenen van de participant al eerder bewust geworden van de stimulus. Een probleem met deze uitleg is echter wel dat het heel onduidelijk is wat precies het bewustzijn

van de participant is. Het voelt niet echt bevredigend dat de participant zich bewust wordt, nadat al delen van de hersenen bewust zijn geworden. Een antwoord dat Chalmers hierop kan geven zou zijn dat bewustzijn fundamenteel is, dus dat het niet verklaard hoeft te worden wat precies dat bewustzijn van de participant is.

Volgens Dennett bestaat het moeilijke probleem van Chalmers niet. Elke vorm bewustzijn moet dus te verklaren zijn zoals een makkelijk probleem van Chalmers. Hoe dat moet daar is Dennett weinig specifiek over, maar een invulling kan zijn dat bewustzijn slechts een gevolg is van presenteren van een stimulus aan iemand. Ten eerste is er geen bewustzijn nodig voor de reactie van de participant op een stimulus. Dit is af te leiden uit de reactie van een participant bij een b-CFS-experiment en vergelijkbare experimenteel psychologische experimenten. Deze reactie wordt in de volksmond intuïtief aangeduid met ‘automatisme’ en is te omschrijven als ‘een automatische reactie op een gebeurtenis in de omgeving van een entiteit, zij het een stimulus, prikkel of mentale staat’. ‘Automatisch’ gebruik ik hier als tegenhanger van ‘bewust’. Wat het bewustzijn namelijk betreft bij deze gebeurtenissen, is het beste uit te leggen met een voorbeeld dat Dennett (2017) geeft van ‘*unfelt pains*’ die plaatsvinden in je slaap en een voorbeeld uit neurologische experimenten, namelijk de Libettaak.

Het idee van *unfelt pains* is dat het mogelijk is dat in je slaap ledematen soms in een oncomfortabele positie terecht komen. Daar heb je geen bewuste pijnsensatie van, maar je lichaam reageert er wel op om te voorkomen dat je (gewrichts)schade oploopt (Dennett, 2017). Een ander voorbeeld aansluitend bij dit idee is dat je ontwaakt door pijn, maar dat je daarvoor al een pijnsensatie had, waar je je niet bewust van was (Dartnall, 2001). Dit is vergelijkbaar met allerlei andere dingen die ons gedrag beïnvloeden terwijl we er niet bewust van zijn (ibid).

Een andere belangrijke indicator van gedrag waar geen bewustzijn aan te pas komt in de eerste plaats, maar juist later, is de klassieke Libettaak. Bij deze taak wordt hersenactiviteit gemeten terwijl een participant moet reageren op een stimulus (Libet, 1985). De belangrijke conclusie die uit dergelijke experimenten getrokken kon worden, is dat er al een actie als respons op de stimulus in werking was gezet voordat de participant zich bewust werd van de stimulus en ‘zelf’ de actie in werking zette (Libet, 1985; Libet, 2009). Er is veel discussie over deze experimenten en die hebben vaak betrekking op de vraag of de mens een vrije wil heeft of niet. Die discussie is niet relevant voor dit argument, maar dat dergelijke taken de suggestie oproepen dat ons bewustzijn er niet voor heeft gezorgd dat we reageren op een stimulus, maar dat die reactie hoe dan ook in werking wordt gezet, wel. Ook is er ruimte in de reactietijd waar het bewustzijn de reactie zou kunnen stoppen (Libet, 2009). Dit roept de mogelijkheid op dat het bewustzijn een soort feedback werking heeft, die bestaat om te controleren of de reactie accuraat, nodig, terecht of rationeel is.

Een laatste argument dat kan aantonen dat er automatische reacties plaatsvinden bij het makkelijke probleem of *core consciousness* komt van b-CFS-experimenten zelf. Er zijn twee mogelijke b-CFS-experimenten, de simpele reactietijd taak en de keuze reactietijd taak. Bij een keuze-RT-taak heeft een participant een hogere reactietijd dan bij een simpele-RT-taak (Donders, 1868, Stein et al., 2011). Meer reactietijd verklaart de hogere orde processen die moeten worden uitgevoerd, bijvoorbeeld verwerken welke kleur de stimulus heeft ten opzichte van of er überhaupt een stimulus is. Echter is het goed mogelijk dat deze verwerkingen uitgevoerd kunnen worden gebeuren zonder dat het bewustzijn een causaal verband heeft op de uiteindelijke actie die wordt uitgevoerd. De benodigde hersengebieden werken in zo’n situatie automatisch en geven een reactie voordat of zonder dat het bewustzijn een rol heeft gespeeld. Een argument daarvoor is dat er informatie van de stimulus verwerkt wordt, zonder dat de stimulus bewust door de participant wordt waargenomen.

Het is goed mogelijk dat er wel bewust een stop op de reactie kan worden gezet (Libet, 2009). Dan heeft het bewustzijn een feedback werking. Als de participant in een b-CFS-experiment de instructie krijgt niet te reageren, kan hij bijvoorbeeld zijn hand nog stoppen van

het drukken op de knop. Echter bij niet-neutrale stimuli, ten opzichte van neutrale stimuli, kan de reactie sneller zijn (Stein & Sterzer, 2012; Gayet et al., 2016). Over dat snelheidsverschil heeft het bewustzijn blijkbaar geen controle. Dit kan een evolutionaire oorsprong hebben, bijvoorbeeld angstige situaties waarin er snel gehandeld moet worden en minder ruimte kan worden gelaten voor een bewuste verwerking. Er is veel bewijs voor dat systemen op zo'n verschillende manier van elkaar ontwikkeld kunnen zijn. Onder andere Kahneman (2011) heeft hier een uitgebreide theorie over ontwikkeld.

De hersenen geven dus automatisch reacties op bepaalde stimuli zonder dat het bewustzijn daarvoor nodig is. Het bewustzijn is mogelijk slechts een vergelijkbare automatische reactie op stimuli die ontstaat in sommige situaties, maar in andere niet, zoals die van *unfelt pains*. Dennett's theorie biedt weinig verklaring voor hoe het bewustzijn toch kan zorgen dat andere 'automatische' reacties niet plaatsvinden. Ook is het bij deze theorie niet duidelijk waar het bewustzijn zich kan bevinden en hoe het eruit ziet.

Conclusie en discussie

Conclusie

Op basis van de verschillende theorieën uit de analyse concludeer ik dat er bij b-CFS-experimenten gesproken wordt over bewustzijn dat een causaliteit is van de verwerking van de stimulus die met toenemende intensiteit gepresenteerd wordt aan het oog. Dit is weer te geven met het *extended consciousness* van Damasio of het *phenomenal consciousness* van Block en Chalmers. Het is dan, in tegenstelling tot wat Dennett zegt, wel een moeilijk probleem om dit bewustzijn te verklaren en daar geeft b-CFS geen oplossing voor. Het is ook mogelijk om dit bewustzijn weer te geven als slechts een gevolg vergelijkbaar met een makkelijk probleem of een deel van het *core consciousness*, maar dan is het niet te verklaren hoe het bewustzijn het gedrag kan beïnvloeden.

Discussie

Laat ik beginnen te zeggen dat er bij het bespreken van bewustzijn talloze voorbeelden en contexten mogelijk zijn. Veel filosofen hergebruiken eerder bedachte gedachtenexperimenten, maar er worden ook steeds nieuwe scenario's gecreëerd. In de bespreking hierboven worden er een aantal genoemd, maar het is goed mogelijk dat er belangrijke of veel besproken gedachtenexperimenten niet beschreven staan. Een reden hiervoor is dat een dergelijk voorbeeld niet relevant is voor dit onderzoek. Een andere reden is dat ik mij voornamelijk heb beperkt tot werk uit de afgelopen dertig jaar.

Dit onderzoek werpt een aantal interessante discussiepunten op. In mijn analyse betrek ik het panpsychisme op het *core consciousness*. Het is echter ook mogelijk en misschien zelfs interessanter om het te betrekken op het *extended consciousness*. Dit kan met de cruciale eigenschap van het *extended consciousness* dat er een verleden en toekomst bij betrokken is. Elke entiteit die volgens een panpsychistische uitleg een vorm van bewustzijn heeft, heeft een mate van verleden en toekomst. De orde van bewustzijn kan bepaald worden door deze mate. Op deze manier zijn er misschien mogelijkheden om de tijdsfactor van het *extended consciousness* te combineren met theorieën als de *integrated information theory*.

Een tweede discussiepunt dat ik wil noemen gaat over bewustzijn als 'feedbackloop'. Dit idee is al uitgebreid bediscussieerd binnen de filosofie, onder andere in theorieën van superveniëntie van Kim (Kim, 1993). Daarnaast is de discussie rondom vrije wil ook al jaren

bezig, aangewakkerd door de experimenten van Libet. In dit onderzoek wil ik geen (nieuw) model schetsen van hoe het bewustzijn eruitziet in het brein (of niet in het brein). Een vervolgonderzoek kan dit mogelijk wel doen, en eventueel specifiek betrekken op b-CFS-experiment.

Een ander interessant discussiepunt is om qualia te analyseren volgens het panpsychisme. In het geval dat *core consciousness* een deel van het menselijke bewustzijn zou zijn, zouden er volgens veel wetenschappers qualia in te vinden moeten zijn. Als we het panpsychisme betrekken op *core consciousness* ontstaan de volgende vragen: stel dat de mens qualia bezit als extra eigenschap van dit deel van bewustzijn, wat zou een lagere orde entiteit dan bezitten? Een lagere orde qualia, die een soort kwaliteit van de waarneming geven, maar niet een volledige? En een nog lagere orde entiteit, of de laagste orde? Een andere vraag die uit zo'n redentatie volgt, is: bestaat er dan ook een hogere orde qualia en daardoor bewustzijn dan dat wat wij mensen kennen? Een antwoord mogelijkheid op deze vragen is 'nee'. Dat antwoord betekent dat qualia volgens het panpsychisme niet bij *core consciousness* bestaan. Maar een interessantere positie is om te stellen dat het inderdaad zo werkt dat als een entiteit van lagere orde is, deze een lagere orde qualia bezit. Dit betekent ook dat de mens mogelijk niet de hoogste orde qualia bezit, want hoe kunnen we weten dat dit zo is? Mogelijk worden er intelligente computersystemen ontwikkeld die een hogere orde qualia bezitten dan mensen. Misschien hebben die systemen dan zelfs meer bewustzijn.

Tot slot een mogelijkheid voor vervolgonderzoek. Een b-CFS-experiment kan een argument vormen voor het verschijnsel dat bewustzijn niet de veroorzaker is van reacties op stimuli, zoals in de analyse besproken. Het is naar mijn idee dus nuttig om te onderzoeken hoeveel invloed het bewustzijn kan hebben op de reactie van een participant bij een b-CFS-experiment. Hiervoor kunnen Libettaken gecombineerd worden met een b-CFS-experiment. Ook kan de hersenactiviteit tijdens zulke experimenten gemeten worden om na te gaan hoeveel verwerking er plaatsvindt voordat een participant een reactie geeft.

Relevantie voor KI

Kunstmatige Intelligentie is een vakgebied dat zich bezighoudt met het intelligenter worden en maken van kunstmatige entiteiten. Deze entiteiten zijn vaak computersystemen of robots en duid ik hier aan met intelligente systemen. 'Intelligentie' is een begrip dat we voornamelijk van onszelf, de mensen, kennen in vergelijking met andere mensen of andere organismen, maar het vakgebied KI betreft deze intelligentie ook op systemen. Voor het bestuderen van intelligentie is het ten eerste dus belangrijk te begrijpen wat wij mensen 'intelligent' vinden en waarom we vinden dat wij intelligenter zijn dan andere organismen of systemen. Een antwoord dat vaak op deze tweede vraag gegeven wordt, is dat de mens 'bewustzijn' heeft. Over dit antwoord op zichzelf genoeg filosofische kritiek te leveren aangezien het, vanuit een sceptisch oogpunt, onmogelijk is te bewijzen dat andere mensen 'bewust' zijn (Chalmers, 2014), maar als we aannemen dat we eens kunnen zijn over dat mensen bewust zijn en zelfs zelfbewust zijn, dan roept dat een vervolgvraag op: wat is bewustzijn? Deze vraag spookt al rond sinds de oude Griekse filosofen en is nog steeds een intensief bestudeerd onderwerp. Er zijn inmiddels een aantal theorieën ontwikkeld die een antwoord plegen op deze vraag, of in ieder geval een deel van de vraag. Met dit onderzoek geef ik een deel van deze theorieën weer, maar belangrijker is dat ik laat zien hoe die theorieën van toepassing kunnen zijn op een experimenteel psychologisch experiment: b-CFS. Het is naar mijn idee nuttig om deze twee disciplines binnen KI te combineren, omdat er daardoor concretere doelen gesteld kunnen worden voor het onderzoek dat plaatsvindt in dit vakgebied.

Literatuur

Continuous flash suppression:

Gayet, S., Paffen, C.L.E., Belopolsky, A.V., Theeuwes, Stigchel, S. van der, (2016). Visual input signalling threat gains preferential access to awareness in a breaking continuous flash suppression paradigm. *Elsevier Cognition*, 149, 77–83.

Gayet, S., Stigchel, S. van der, Paffen, C.L.E. (2014). Breaking continuous flash suppression: competing for consciousness on the pre-semantic battlefield. *Frontiers in Psychology*, Vol 5, article 460.

Jiang, Y., Costello, P., and He, S. (2007). Processing of invisible stimuli: advantage of upright face and recognizable words in overcoming interocular suppression. *Psychol. Sci.* 18, 349–355. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01902.x

Kim, C.Y., Blake, R. (2005). Psychophysical magic: rendering the visible ‘invisible’. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol 9, 381-388.

Korisky, U., Hirschhorn, R., Mudrik, L. (2018). “Real-life” continuous flash suppression (CFS)-CFS with real-world objects using augmented reality goggles. Opgehaald op 15 april 2019, van: <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-018-1162-0>

Stein, T., Sterzer, P. (2012). Not just another face in the crowd: detecting emotional schematic faces during continuous flash suppression. *Emotion*, Vol 12(5), 988-996.

Tong, F., Engel, S.A. (2001). Interocular rivalry revealed in the human cortical blind-spot representation. *Nature*, Vol 411, 195-199.

Tong, F., Meng, M., Blake, R. (2006). Neural bases of binocular rivalry. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol 10(11), 502-511.

Tong, F., Nakayama, K., Vaughan, J.T., Kanwisher, N. (1998). Binocular Rivalry and Visual Awareness in Human Extrastriate Cortex. *Neuron*, Vol 21, 753-759.

Tsuchiya, N., Koch, C. (2004). Continuous flash suppression. *Journal of Vision*, Vol 4(8), 61-61a.

Yang, E., Zald, D.H., Blake, R. (2007). Fearful Expressions Gain Preferential Access to Awareness During Continuous Flash Suppression. *Emotion*, Vol 7(4), 882-886.

Bewustzijn:

Block, N. (1995). On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 227–287.

Brüntrup, G. (2017). *Panpsychism: Contemporary Perspectives*. New York, Verenigde Staten: Oxford University Press. 48-73

Chalmers, D. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, Vol 2(3), 200-219.

- Chalmers, D. (1995). *The Conscious Mind*. Santa Cruz, California: University of California.
- Chalmers, D. (2014). How do you explain consciousness. Ted Talks.
- Chalmers, D. (2015). *Consciousness in the Physical World: Perspectives on Russellian Monism*. New York, Verenigde Staten: Oxford University Press. 246-276.
- Chalmers, D. (2016). Panpsychism and Panprotopsychism. *Panpsychism: Contemporary Perspectives*. New York, Verenigde Staten: Oxford University Press. 19-47.
- Coleman, S. (2016) Panpsychism and neutral monism: how to make up one's mind. *Panpsychism: Contemporary Perspectives*. 249-282.
- Dennett, D.C. (2017). A History of Qualia. *Topoi*, 1-8.
- Goff, P., Seager, W., Allen-Hermanson, S. (2017). Panpsychism. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Opgehaald op 28 mei 2019, van: <https://plato.stanford.edu/entries/panpsychism/>
- Jackson, F. (1982). Epiphenomenal Qualia. *The Philosophical Quarterly*, 32(127), 127-136.
- Kanai, R., Tsuchiya, N. (2012). Qualia. *Current Biology*, 22(10), 392-396.
- Tononi, G., Boly, M., Massimini, M., Koch, C. (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience*, Vol 17, 450-461.

Overig:

- Dartnall, T. (2001). The pain problem: Reply to Garfield. *Philosophical Psychology*, 14:1, 109-112, doi: 10.1080/09515080120033526
- Donders, F.C. (1868). Over de snelheid van psychische processen. *Physiologisch Laboratorium der Utrechtse Hoogeschool* 2, 92-120.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*.
- Kim, J. (1993). *Supervenience and mind: Selected philosophical essays*. Cambridge University Press.
- Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral and brain sciences*, 8(4), 529-539.
- Libet, B. (2009). *Mind time: The temporal factor in consciousness*. Verenigde Staten: Harvard University Press.
- Luck, S.J., Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*: 390(6657), 279-281.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74(11), 1-29.
- Stein, T., Hebart, M.N., Sterzer, P. (2011). Breaking continuous flash suppression: a new measure of unconscious processing during interocular suppression? *Frontiers in human neuroscience*, 5, 167.

Figuren:

Chen, C.Y., Yeh, S.L. (2012). Look into my eyes and I will see you: Unconscious processing of human gaze. *Consciousness and Cognition* 21(4), 1703-1710.

Tsuchiya, N., Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience* 8, 1096–1101.