

Appels, peren en fruit

Conceptual review als taakanalysemethode

Annemarie van Stee

ANTW III (3): 433–452

DOI: 10.5117/ANTW2019.3.008.VANS

Abstract

Conceptual review as task analysis method

Meta-analysis is a crucial research tool in cognitive neuroscience. For meta-analysis to succeed, it is important that studies that are grouped together investigate the same cognitive process and that studies that investigate different cognitive processes are grouped apart. After all, comparing apples and oranges makes no sense. Studies' comparability depends on the cognitive tasks employed. Yet current meta-analyses, especially when automated (e.g. Neurosynth, BrainMap), select and group studies based on cognitive labels (e.g. 'working memory', 'self-reflection'). Unfortunately, labels are often applied inconsistently to tasks: different tasks may receive the same cognitive label, leading to a comparison of apples and oranges during meta-analysis; and the same task may receive different labels, leading to meta-analyses that fail to include all apples, so to speak. I propose conceptual review as a method for overcoming this problem. A conceptual review analyzes the conceptual implications of task choices made in a cognitive neuroscience subfield. It applies philosophical ways of uncovering and analyzing implicit assumptions to the methodological choices neuroscientists make. I explicate how this works and discuss several ways in which conceptual review would benefit cognitive neuroscience. Conceptual review could be combined with neuro-informatics to improve the quality of automated versions of meta-analysis and thereby provide an important contribution to progress in cognitive neuroscience.

Keywords: conceptual review, meta-analysis, cognitive ontology, experimental tasks, operationalization, philosophy of neuroscience

1 Inleiding

Zoals voor alle empirische wetenschappen, is ook voor de cognitieve neurowetenschappen meta-analyse een cruciaal onderzoeksmiddel. In een meta-analyse, al dan niet met behulp van een database, worden de onderzoeksresultaten van een groot aantal studies in een onderzoeksveld samen genomen en geanalyseerd, om te kijken welke resultaten robuust zijn en welke niet. Uiteraard is een meta-analyse alleen effectief als studies die vergelijkbaar zijn met elkaar worden vergeleken en studies die niet vergelijkbaar zijn, niet. Appels met peren vergelijken heeft immers geen zin. Maar wat als je je helemaal niet bewust bent dat je een appel en een peer aan het vergelijken bent, omdat je ze allebei ‘appel’ hebt genoemd, of ‘fruit’?

Het lijkt een eenvoudige voorwaarde voor meta-analyse: vergelijk alleen wat vergelijkbaar is. Maar ik zal betogen dat die voorwaarde helemaal zo eenvoudig niet is en dat er vaak niet aan wordt voldaan. Het hele vakgebied van de cognitieve neurowetenschap zou er baat bij hebben als er meer aandacht kwam voor de taken waarmee cognitieve processen worden opgewekt. Ik werk een methode uit om ervoor te zorgen dat onderzoekers zich bewust zijn van de implicaties van hun methodologische keuzes, onder andere voor de vergelijkbaarheid van studies. Deze methode noem ik *conceptual review* en hij speelt leentjebuurt bij de filosofie en de manieren waarop filosofen verborgen aannames proberen op te graven. Of beter, het is een filosofische methode, zij het dat het dit keer geen aannames betreft die in de argumentatie van medefilosofen verborgen liggen, maar in de methodologische keuzes van neurowetenschappers.

Ik begin met het uitleggen van het probleem. Daarna bespreek ik drie vormen van de tegenwerping dat er voor dit probleem allang een oplossing is gevonden: een schijnoplossing uit de filosofie, een deeloplossing uit de neuro-informatica en een schijnoplossing uit de neuro-informatica. Het blijkt cruciaal om de implicaties van methodologische keuzes kritisch onder de loep te nemen. Daartoe stel ik *conceptual review* voor, een methode om systematisch op de conceptuele implicaties van methodologische keuzes te reflecteren. Ik leg uit hoe het in z'n werk gaat en welke voordelen dit heeft. Als laatste leg ik uit hoe het gecombineerd kan worden met neuro-informatica om zo de kwaliteit van geautomatiseerde vormen van meta-analyse te verbeteren.

2 Het vergelijkbaarheidsprobleem: inconsistent labelen van taken

Cognitieve neurowetenschap (*cognitive neuroscience*, CNS) is het deelgebied van de neurowetenschappen waarin de neurobiologische basis van mentale processen onderzocht wordt. Mentale processen als geheugen, gezichtsherkenning of liefde kunnen niet op directe wijze onderzocht worden, maar alleen via taken. Cognitieve neurowetenschappers onderzoeken de hersenactiviteit van mensen terwijl die een taak uitvoeren waarbij het mentale proces waarin ze geïnteresseerd zijn, betrokken is. Bij het uitvoeren van zo'n taak zijn doorgaans echter ook andere, irrelevante mentale processen betrokken; om bijvoorbeeld een gezichtswaarnemingstaak te volbrengen, zijn ook basale visuele processen nodig en aandacht. In de veelgebruikte subtractiemethode moeten deelnemers naast de experimentele taak een controletaak volbrengen, waarbij de irrelevante processen ook komen kijken, maar het proces waarin de onderzoekers geïnteresseerd zijn, niet. Ze worden bijvoorbeeld ook met plaatjes van huizen geconfronteerd, waardoor visuele perceptie en aandacht ook aan de orde zijn, maar gezichtswaarneming niet. Het verschil in hersenactiviteit tussen de experimentele taak en de controletaak is dan de hersenactiviteit die bij het relevante cognitieve proces betrokken is.

Er is geen standaardrecept voor hoe een bepaald mentaal concept vertaald moet worden in een experimentele taak versus een controletaak. Verschillende onderzoekers maken vaak net iets andere keuzes. Al krijgen studies en taken hetzelfde label ('geheugen', 'gezichtsherkenning', 'liefde'), het kan zo zijn dat door verschillen tussen de taken er toch net andere mentale processen bij komen kijken. Ook zijn de deelnemers aan ieder experiment weer anders en de omstandigheden waaronder het experiment wordt uitgevoerd ook. Idealiter maken zulke verschillen niet uit en zijn de resultaten repliceerbaar onder verschillende omstandigheden. We leven echter niet in een ideale wereld en de 'repliceerbaarheids crisis' in de gedragswetenschappen van de afgelopen jaren onderstreept dat nogmaals. Om te bepalen of een resultaat robuust is of niet, is meta-analyse cruciaal (Maxwell, Lau, en Howard 2015).

Bij een meta-analyse worden de data van een grote hoeveelheid studies samengenomen en opnieuw geanalyseerd. Om dit soort analyses binnen de cognitieve neurowetenschap te faciliteren zijn er grote databases

aangelegd waarin data van losse studies opgeslagen worden. Voorbeelden zijn Neurosynth (<http://www.neurosynth.org>), BrainMap (<http://www.brain-map.org>) en NeuroVault (<http://www.neurovault.org>). Deze databases groeperen studies samen of houden ze apart op basis van de labels die aan mentale processen gegeven worden. Ook studies in reviewartikelen waarvoor niet van een database gebruik gemaakt is, worden geselecteerd en geregeld ook gegroepeerd aan de hand van cognitieve labels. Labels zijn in zulke gevallen een proxy voor de taken waarmee mentale processen worden opgewekt. Het probleem hierbij is dat dezelfde taak soms verschillend gelabeld wordt, en ook dat verschillende taken soms hetzelfde cognitieve label krijgen.

Zo heb ik eerder het neurowetenschappelijke onderzoek naar liefde bestudeerd en ook een reviewartikel onder de loep genomen (van Stee 2017: hoofdstuk 1). Dat reviewartikel (Ortigue e.a. 2010) bevatte studies met een taak waarbij moeders naar foto's of filmpjes van hun kind moesten kijken, met als controletaak het kijken naar foto's en filmpjes van andere, onbekende kinderen. Het verschil tussen taak en controletaak zou dan de ervaring van 'moederliefde' zijn en de onderzoekers waren geïnteresseerd in de hersenactiviteit die daarbij betrokken is. Er zijn echter andere studies die van dezelfde taak gebruik maken en waarbij dus dezelfde mentale processen onderzocht worden. Die studies werden echter niet meegenomen in de review, omdat onderzoekers er niet het label 'moederliefde' voor gebruikten (Leibenluft e.a. 2004; Nitschke e.a. 2004). Tegelijkertijd werden in de review van CNS naar liefde wel vergelijkingen gemaakt tussen moederliefde en hevige verliefdheid en liefde voor geestelijk beperkte mensen. Met name die laatste werd met behulp van een ander soort taak opgewekt. Zo is het kiezen van welke studies wel met elkaar vergeleken worden en welke niet in een meta-analyse minder systematisch dan je zou willen. Ik noem dit het vergelijkbaarheidsprobleem.

Dit vergelijkbaarheidsprobleem is door meerdere mensen gesignaleerd (Figdor 2011; Francken en Slors 2014; Poldrack e.a. 2011; Poldrack en Yarkoni 2016), net zoals het bredere feit dat 'conceptual challenges [...] remain widely underappreciated within the neuroimaging community' (Poldrack en Yarkoni 2016; zie ook Abend 2017). Het inconsistente labelen van taken beperkt zich niet tot CNS onderzoek naar liefde, maar is in de hele cognitieve neurowetenschap aan de orde. Zo maakt het onderzoek dat gelabeld wordt als 'werkgeheugen' gebruik van twee heel verschillende taken: de n-back taak en de Wisconsin kaartsorteertaak. En onderzoekers die gebruik maken van de Wisconsin kaartsorteertaak doen dat vanuit een interesse in verschillende mentale processen; sommigen labelen hun studies met 'werkgeheugen', anderen met 'cognitieve controle' (Francken en Slors 2014).

Bij mijn weten heeft nog niemand een methode beschreven die algemeen toepasbaar is binnen de cognitieve neurowetenschap om de implicaties van taken voor het onderzoeksobject en de vergelijkbaarheid van studies te onderzoeken. Voordat ik die methode, genaamd conceptual review, uiteenzet, wil ik echter twee schijnoplossingen tegen het licht houden, een vanuit de filosofie en een van uit de neuro-informatica. Ook zal ik een gedeeltelijke oplossing vanuit de neuro-informatica bespreken, die makkelijk te combineren valt met conceptual review.

3 Schijnoplossing I: conceptuele analyse eerst

‘We hope that [our] conceptual overviews will assist neuroscientists in their reflections antecedent to the design of experiments’ schrijven Maxwell Bennett en Peter Hacker in de inleiding van *Philosophical Foundations of Neuroscience* (2003). Wat hen betreft moet je het stuk van het onderzoek dat conceptuele implicaties heeft niet zomaar overlaten aan neurowetenschappers. Laat filosofen eerst eens een goede conceptuele analyse uitwerken, en laat neurowetenschappers op basis daarvan hun experimenten ontwerpen, aldus Bennett en Hacker.

Was het maar zo simpel. Ik zie meerdere problemen met deze zogenaamde oplossing. Allereerst zijn filosofen het zelden met elkaar eens en dus is het niet zo duidelijk welke conceptuele analyse neurowetenschappers zouden moeten uitwerken. Neurowetenschappers die onderzoek willen doen naar liefde kunnen uitgaan van Harry Frankfurt’s analyse: liefde is ‘an involuntary, non-utilitarian, rigidly focused and [...] self-affirming concern for the existence and the good of what is loved’ (Frankfurt 2006, 40). Maar is dat beter dan de conceptuele analyse van Bennett Helm: ‘love is a distinctive kind of affectionate, identificatory commitment to another: the kind of commitment that emerges from a rational pattern of person-focused emotions’ (2009)?

Zelfs als neurowetenschappers voor een bepaalde analyse zouden kiezen, dan nog is het allesbehalve duidelijk hoe zo’n conceptuele analyse vertaald kan worden in een taak. Zoals bovenstaande voorbeelden al laten zien, zijn concepten veel te complex en veelzijdig om direct geoperationaliseerd te kunnen worden; er mag nou eenmaal maar één aspect verschillen tussen een experimentele taak en controletaak, niet een waaier aan aspecten. Daarmee is meteen het tweede grote obstakel genoemd: een concept laat zich niet vaak rechttoe rechtaan vertalen in een experimentele taak versus een controletaak.

4 Deel van een oplossing: formele cognitieve ontologieën

Ontwikkelingen binnen de informatica worden ook aangewend ten bate van cognitieve neurowetenschap. Ik noemde al de databases, waarbij grote hoeveelheden data doorzoekbaar zijn. Het doel van databases is niet alleen om meta-analyse te vergemakkelijken, maar ook om gevolgtrekkingen in de omgekeerde richting (*reverse inferences*) mogelijk te maken: met een druk op de knop kun je laten berekenen hoe waarschijnlijk het is dat bepaalde neurale activiteit duidt op de betrokkenheid van een bepaald cognitief proces. In BrainMap uploaden onderzoekers hun neuroimaging data en voeren handmatig een label in voor het cognitieve proces waar ze de betrokken hersenactiviteit van onderzochten. Neurosynth heeft dat laatste proces ook geautomatiseerd: het analyseert de tekst van het onderzoeksartikel dat bij de dataset hoort en voorspelt op basis van neurale activiteit de waarschijnlijkheid waarmee een cognitieve term voorkomt in het artikel.

Uiteraard is de kwaliteit van zulke voorspellingen afhankelijk van de kwaliteit van de labels die onderzoekers geven aan het cognitieve proces dat ze onderzoeken en van de vergelijkbaarheid van de studies die hetzelfde label krijgen. Op dit moment valt daar nog veel winst te behalen. '[O]ne general problem for virtually all extant meta-analytic databases is the lack of psychologically detailed annotation' schrijven Russell Poldrack en Tal Yarkoni (2016). Naast dat labels niet gedetailleerd genoeg zijn, noteren ze verder dat onderzoekers niet consistent zijn in hun gebruik van termen. Ze hopen dat informatica ook wat dit betreft uitkomst zal bieden en hebben daartoe een begin gemaakt met het Cognitive Atlas project (<http://www.cognitiveatlas.org>; Poldrack e.a. 2011). Cognitive Atlas is een formele ontologie (Price en Friston 2005): het wil een gestandaardiseerd overzicht bieden over cognitieve termen en hun onderlinge relaties, zodat onderzoekers hun termen op dezelfde manier zullen gebruiken en zoekopdrachten in databases van hogere kwaliteit zullen worden. Het idee is ook dat de cognitieve concepten aan taken worden gekoppeld. Die taken zijn ook weer gelabeld. Op wiki-achtige wijze kunnen onderzoekers cognitieve concepten definiëren en toevoegen, ze kunnen taken toevoegen en daar een definitie van geven, en ze kunnen de relaties tussen concepten onderling en tussen concepten en taken expliciteren.

De Cognitive Atlas lijkt misschien een oplossing voor het vergelijkbaarheidsprobleem binnen CNS. In de praktijk lost het het probleem echter niet op, maar laat het nogmaals zien dat het probleem bestaat. Want het blijkt nog helemaal niet zo makkelijk om een cognitieve ontologie op te zetten.

Het is hoe dan ook veel werk, maar er zijn ook fundamenteelere problemen dan dat. Wat als de ene onderzoeker een bepaalde definitie van een concept hanteert en het aan een bepaalde taak koppelt, terwijl een andere onderzoeker een andere definitie en taak in verband brengt met het concept? Cognitive Atlas stelt onderzoekers in staat om een ‘disagreement’ in te voeren en dus verschillende interpretaties van het cognitieve concept te geven. Daarmee wordt het probleem echter herhaald, nu in de Atlas in plaats van tijdens een meta-analyse. Men hoopt dat de Cognitive Atlas het gebruik van termen in databases kan standaardiseren, zodat meta-analyses qua cognitieve concepten minder rommelig zullen zijn. Maar wat er gebeurt, is dat de rommeligheid op het gebied van de cognitieve concepten al in de databases zit en nu ook de Atlas wordt binnengehaald.¹

Iets als de Cognitive Atlas is noodzakelijk om tot vruchtbare grootschalige meta-analyses door middel van databases te komen. Om de Cognitive Atlas zijn functie te laten vervullen, is echter een middel nodig om tot beargumenteerde standaardisering van termen te komen. Conceptual review kan dat middel zijn. Het laat zich prima combineren met zoiets als de Cognitive Atlas. Voordat ik conceptual review zal bespreken echter eerst nog een laatste argument dat het vergelijkbaarheidsprobleem op te lossen is zonder conceptuele reflectie op taken.

5 Schijnoplossing II: neurale activiteit eerst

Er zijn mensen die stellen dat het standaardiseren van termen in een cognitieve ontologie kan gebeuren door naar neurale activiteit te kijken (Price en Friston 2005). Agatha Lenartowicz en collega’s hebben bijvoorbeeld alle data uit de BrainMap database die over ‘cognitieve controle’ gaat onderworpen aan een zogenaamde *classifier* analyse. Ze keken of de componenten van het proces ‘cognitieve controle’ die in de onderzoeksliteratuur worden voorgesteld, correleren met neurale activiteit die specifiek is voor die component. Dat was inderdaad het geval voor de component *response selection* en dus concludeerden Lenartowicz en collega’s dat die component deel moet uitmaken van een cognitieve ontologie. Omdat het gebruik van andere termen niet voorspeld kon worden op basis van neurale

¹ Dit probleem is nog groter als je bedenkt dat Cognitive Atlas niet de enige formele cognitieve ontologie is waar aan gewerkt wordt. Een overzichtsartikel over cognitieve ontologieën rapporteert dat ‘[a] search for ‘memory’ in BioPortal returns over 150 terms from 30 ontologies’ (Hastings e.a. 2014).

activiteit, opperden ze dat die termen (bv. 'response inhibition' en 'task/set switching') wellicht alleen bestaan in de hoofden van onderzoekers en geen deel zouden moeten uitmaken van een cognitieve ontologie (2010).

Hier worden meerdere dingen door elkaar gehaald. Allereerst is het gebruik van het woord 'ontologie' hier ambigu. In de neuro-informatica is een ontologie een instrument, een gestandaardiseerde terminologie. Dit staat los van vragen over de zijnsstatus van de elementen van zo'n cognitieve ontologie, terwijl het daar bij ontologie in filosofische zin juist wel over gaat. Lenartowicz en collega's nemen die twee gebruiken van 'ontologie' samen, zodat ze op basis van het onderscheidend vermogen van een term binnen de neuro-informatica ook iets willen zeggen over de zijnsstatus ervan (zie ook Figdor 2011). Daarmee halen ze echter allemaal extra aannames hun redenering binnen. Want als een classifier de neurale activiteit die gepaard gaat met geponeerde cognitieve concepten niet goed van elkaar kan onderscheiden, dan hoeft dat niet aan de cognitieve concepten te liggen. Het zou ook te maken kunnen hebben met de kwaliteit van de classifier, of met de manier waarop de neurale activiteit gemeten is, bijvoorbeeld.

Daarnaast is de belangrijkste aanname dat neurale activiteit de arbiter kan zijn van wat een bruikbare cognitieve term is en wat niet. Cognitieve concepten worden echter niet in eerste instantie geponeerd om te verwijzen naar neurale activiteit; hun natuurlijke habitat zijn cognitief psychologische theorieën over de processen die gedrag veroorzaken. Het zijn dus ook de resultaten van gedragsexperimenten die de doorslag moeten vormen bij het beslissen of een term een vruchtbare rol heeft in psychologische theorievorming of niet. Als een cognitieve term middels gedragsexperimenten als aparte component onderscheiden kan worden, en binnen psychologische theorieën een onmisbare functie heeft, dan zou het een ontorechte reverse inference zijn om de term af te schaffen wanneer onderscheiden op neuraal niveau niet goed lukt. Het zou goed kunnen dat we nog niet beschikken over de juiste inzichten over en/of de juiste toegang tot hersenactiviteit om onderscheidbare neurale correlaten te kunnen vinden. Wanneer een component middels gedragsexperimenten niet duidelijk aangetoond kan worden en een wat vage rol vervult in theorievorming, dan komt het ontbreken van een duidelijk neuraal correlaat hiermee overeen en kan een extra argument vormen om te stellen dat de theorie zonder de term in kwestie kan. Maar ook dan geven de gedragsresultaten de doorslag (van Stee 2017: 121-22).

Hoe dan ook staat of valt de kwaliteit van classifier analyses bij helderheid over de taken waarmee cognitieve concepten geoperationaliseerd zijn. Taken moeten valide operationalisaties van de cognitieve concepten zijn en daarnaast is de vergelijkbaarheid van taken tussen studies cruciaal.

Want als ‘response selection’ telkens op dezelfde manier geoperationaliseerd is, maar ‘response inhibition’ op verschillende manieren, dan kan ook dat verantwoordelijk zijn voor het ontbreken van een eenduidige neuraal correlaat voor response inhibition, terwijl die er voor response selection wel is. Zonder analyse van de gebruikte taken, komen we hier niet achter.

Naast dat labels voor de processen (‘werkgeheugen’, ‘cognitieve controle’) een proxy zijn voor taken (Wisconsin kaartsorteertaak), kunnen zelfs labels voor de taken een proxy zijn, waar verschillende onderzoekers bestaande taken op verschillende manieren gebruiken. Wat dat betreft ligt het eraan hoe de Wisconsin kaartsorteertaak precies is ingezet of het terecht is dat er verschillende labels aan worden gegeven, of niet. Een precies en helder inzicht in taken is cruciaal voor het opzetten van formele ontologieën en databases. In de woorden van Carrie Figdor: ‘a useful cognitive ontology for cognitive neuroscience depends essentially on a useful task ontology’ (2011). Hoe je zo’n taakontologie zou kunnen opzetten, daar heeft bij mijn weten nog niemand zich aan gewaagd. Laten we daar nu eens naar kijken.

6 Conceptual review

Een conceptual review is een analyse van de methodologische keuzes die in een CNS onderdeel gemaakt worden, en van de conceptuele implicaties van die keuzes (van Stee 2017). De mate waarin studies vergelijkbaar zijn, wordt daarmee duidelijk. De resultaten van een conceptual review kunnen worden ingebouwd in een taakontologie en gekoppeld aan een cognitieve ontologie. Ze vormen zo een cruciale voorwaarde voor geautomatiseerde meta-analyse.

Conceptual review loopt volledig parallel aan wat filosofen doen in hun dagelijks werk. Eerst heel precies lezen, zij het dit keer niet een idee of argument, maar het ‘lezen’ van methodologische keuzes. Dan de aannames opgraven die erin besloten liggen, eventueel door de geschiedenis van het idee cq. de taak te bestuderen, of het te vergelijken met een ander idee of andere taak die over hetzelfde wil gaan. En vervolgens die aannames kritisch analyseren en beargumenteren waarom ze wel of niet gerechtvaardigd zijn en welke er eventueel voor in de plaats zouden moeten komen. Conceptual review is zo een nieuwe vorm van hoe filosofie van de cognitieve neurowetenschap eruit kan zien. Dat de methode geënt is op filosofie betekent echter niet dat hij uitsluitend door filosofen kan worden toegepast, noch dat alle filosofen in staat zijn het toe te passen; het is ook noodzakelijk om methodesecties van neurowetenschappelijke onderzoeksartikelen te kunnen lezen, bijvoorbeeld.

Conceptual review is vooral bedoeld om het vergelijkbaarheidsprobleem aan te pakken en geautomatiseerde meta-analyse mogelijk te maken. Maar de relevantie ervan is breder dan dat. Beginnende cognitieve neurowetenschappers wordt tijdens onderzoeksprojecten informeel wel bijgebracht dat onderzoeksresultaten alleen maar te interpreteren zijn in het licht van gebruikte methodes, inclusief de gebruikte taken. Bij het opzetten van hun onderzoeken en het lezen van de onderzoeken van anderen checken ze doorgaans echter alleen of de gebruikte taak een gangbare taak is en of de controletaak geschikt is. Conceptual review doet dat laatste ook, maar graaft dieper en verloopt systematischer. Dat in een CNS deelgebied verschillende taken hetzelfde label krijgen, wordt door goede neurowetenschappers soms opgemerkt. Er wordt echter weinig gereflecteerd op de implicaties van dit probleem, en er worden vaak geen gevolgen aan verbonden. In meta-analyses worden studies nog steeds geselecteerd aan de hand van het label. Communicatie over de onderzoeksresultaten aan een breder publiek vermeldt de gebruikte taak vaak niet. Goede mede-neurowetenschappers weten dat ze die informatie even moeten opzoeken, maar wetenschappers uit andere disciplines weten dat lang niet altijd, laat staan het breder geïnteresseerde publiek of mensen die er (beleids)toepassingen in zien. En er zijn helaas ook neurowetenschappers die zelfs de informele regels over het checken van taken vergeten te hanteren. Kortom, conceptual review expliciteert de informele reflectiestappen die goede neurowetenschappers al zetten, waardoor ze voor andere neurowetenschappers minder makkelijk over het hoofd te zien zijn. Daarbij graaft conceptual review dieper en systematischer. En vooral, zoals gezegd, maakt het geautomatiseerde meta-analyse mogelijk.

I Opzetten van een inventaris²

Bij een conceptual review worden allereerst de methodologische keuzes die onderzoekers hebben gemaakt, geïnventariseerd en genoteerd in een tabel. Het gaat hierbij om: kenmerken van de deelnemers; stimuli; instructies;

2 De voorbeelden die ik gebruik komen uit eerder onderzoek naar CNS onderzoek naar liefde en CNS onderzoek naar zelfreflectie. Dat deze CNS deelgebieden vaak tot de sociale en affectieve neurowetenschap worden gerekend, betekent geenszins dat mijn analyse van het vergelijkbaarheidsprobleem tot deze tak van de neurowetenschap beperkt is, noch dat conceptual review alleen daar vruchtbaar kan zijn. Het probleem is zo mogelijk nog groter bij processen die centraler staan in de cognitieve neurowetenschap: processen als 'geheugen' worden ook bij andere dieren onderzocht en dat brengt een nog groter scala aan taken met zich mee en daarmee een nog grotere noodzaak voor een vorm van taakanalyse als conceptual review.

controletaak; en eventuele vragenlijsten die na het scannen worden afgenomen. Criterium voor inclusie in de tabel is altijd dat een aspect van de methode impact moet hebben op (de reikwijdte van) de uiteindelijke resultaten. Als een vragenlijst na het scannen gebruikt wordt in de analyse, dan komt die in de tabel, en anders niet. Op dezelfde wijze is het voor het detecteren van de controletaak noodzakelijk te kijken welk contrast daadwerkelijk in de analyse gebruikt wordt. Dat is immers het contrast dat de gerapporteerde resultaten heeft opgeleverd.

Op deze wijze heb ik bijvoorbeeld het CNS onderzoek naar liefde geanalyseerd (van Stee 2017: hoofdstuk 1). Dat leidde tot een grote tabel waaruit onder andere bleek dat de deelnemers aan experimenten over 'romantische liefde' verliefd moesten zijn, vaak zelfs hoteldebotel ('Are you truly, madly, deeply in love?' stond er op wervingsflyers geschreven). Dit werd in de meeste gevallen uitgebreid gecontroleerd voorafgaand aan het experiment. Deelnemers aan onderzoek naar 'maternal love' moesten moeder zijn en ondergingen geen controles vooraf. Deelnemers aan een onderzoek naar 'unconditional love' werden geworven onder assistenten bij een leefgemeenschap met mensen met een verstandelijke beperking. De directeur van de leefgemeenschap werd gevraagd die medewerkers uit te kiezen die het best tot 'unconditional love' in staat zijn en er waren nog een aantal andere criteria waar ze aan moesten voldoen.

De taak, instructies en controletaak waren bij veel studies behoorlijk vergelijkbaar: deelnemers keken naar foto's van geliefden en hoefden verder niets te doen. De controleconditie bestond uit het kijken naar foto's van anderen. Het verschilde per studie of die anderen onbekenden waren, of juist kennissen. De studie naar 'unconditional love' gebruikte een net iets andere taak: deelnemers keken naar foto's van onbekende mensen met verstandelijke beperkingen en moesten een gevoel van 'unconditional love' in zichzelf opwekken. De controleconditie bestond erin dat ze naar dezelfde foto's keken, maar geen liefde in zichzelf opwekten.

II Opgraven van ingebouwde conceptuele implicaties

Methodologische keuzes hebben implicaties voor het cognitieve proces dat precies onderzocht wordt en de conceptuele aannames die er insluipen over dat proces. Voor de duidelijkheid: ik zeg niet dat neurowetenschappers zelf die aannames maken, bijvoorbeeld over liefde. Ze maken doorgaans pragmatische keuzes bij het opzetten van hun experimenten, maar die keuzes hebben wel conceptuele implicaties.

Zo zal voor iedereen duidelijk zijn dat 'love' in deze studies over heel verschillende geliefde personen kan gaan, of dat nou een romantische partner

is, of een kind, of een onbekend verstandelijk beperkt persoon. Veel neurowetenschappers zullen ook nog wel opmerken dat het onderzoek naar 'romantic love' in feite onderzoek is naar de piekervaring van hevige verliefdheid die we doorgaans associëren met het begin van een relatie, niet met de romantische liefde waar een huwelijk van twintig jaar mee gepaard kan gaan. Dat de taak bestaat in het kijken naar foto's van een geliefde heeft subtielere implicaties: liefde is hier geoperationaliseerd als een ervaring. Er wordt geen onderzoek gedaan naar liefdesgedrag of naar attitudes waarmee liefde gepaard kan gaan, maar naar liefde als gevoel. Deelnemers hoeven bovendien niets te doen, waarmee wordt aangenomen dat de liefdeservaring automatisch opkomt bij het zien van de foto van de geliefde.

Interessant genoeg is in de studie naar 'unconditional love' een aanneme ingebouwd die hieraan tegenovergesteld is. Want die studie gaat ervan uit dat liefde, in ieder geval in de onvoorwaardelijke variant, actief opgeroepen kan worden en zelfs moet worden. Dat de controleconditie uit het passief kijken naar een foto bestaat, wil zeggen dat ervan uitgegaan wordt dat dat niet tot een ervaring van liefde leidt. De andere studies gingen er echter vanuit dat liefde juist wel automatisch opkomt bij het passief kijken naar een foto. Al deze studies zijn vanwege het gebruik van het label 'liefde' samen in een meta-analyse terechtgekomen (Ortigue e.a. 2010). Daar wordt wel genoteerd dat de specifieke labels en daarmee de verschillende typen liefdes in deze studies verschillen. Maar dat er diametraal tegenovergestelde aannames ingebouwd zitten in de taken over hoe liefdeservaringen werken, hebben de onderzoekers over het hoofd gezien. Dit komt simpelweg niet naar boven wanneer je alleen de informele reflectieregels hanteert die goede neurowetenschappers hanteren.

Hoe verloopt de stap van een inventaris naar het aanwijzen van zulke conceptuele implicaties? De manieren waarop filosofen impliciete aannames scherper in beeld proberen te krijgen, kunnen helpen bij het aan het licht brengen van de conceptuele implicaties van taken en andere methodologische keuzes.

Een eerste manier om dat te doen is door de geschiedenis van een taak onder de loep te nemen. Hoe is de taak ontwikkeld en welke motivaties hadden de onderzoekers om de taak zo te ontwikkelen? Wat waren de doelen die de taak toen diende en hoe verschillen die van de doelen van onderzoekers die de taak nu gebruiken? Naast het CNS onderzoek naar liefde heb ik ook het CNS naar zelfreflectie aan conceptual review onderworpen (van Stee 2017: hoofdstuk 2). Een groot deel van de studies naar zelfreflectie maakt gebruik van een taak waarbij deelnemers op een scherm persoonlijkheidskenmerken krijgen gepresenteerd en achter elkaar door moeten

bepalen of die wel of niet op hen van toepassing zijn. Die taak van het beoordelen van bijvoeglijke naamwoorden die persoonlijkheidskenmerken beschrijven, stamt oorspronkelijk uit geheugenonderzoek en werd daar gebruikt om iets aan te tonen dat het zelfreferentie-effect heet. Dat de taak in die context is ontwikkeld, verklaart waarom de eerste studies binnen het onderzoek naar zelfreflectie nog altijd een geheugentest afnamen aan het eind. Het verklaart ook waarom vroege studies de labels 'self-referential processing' of 'self-referential reflective activity' gebruiken in plaats van 'self-reflection'. De geschiedenis van de taak binnen het geheugenonderzoek werpt ook licht op de reden dat deelnemers geregeld maar zo'n 2 seconden krijgen om te reflecteren op de vraag of ze 'koppig' zijn, terwijl we de term 'zelfreflectie' doorgaans niet voor zulke snelle beslissingen gebruiken.

Een tweede manier om conceptuele implicaties van methodologische keuzes scherper in beeld te krijgen, is door verschillende taken met elkaar te vergelijken – parallel aan hoe verschillende visies op een fenomeen met elkaar vergeleken worden in de filosofie. Dit illustreerde ik net al met betrekking tot passieve versus actieve taken in het onderzoek naar liefde. Het valt ook te doen voor het CNS onderzoek naar zelfreflectie, want daar zijn ook een aantal studies met een andere taak: deelnemers krijgen de instructie om vrijuit te reflecteren op zichzelf en krijgen daar bijvoorbeeld 100 of 120 seconden voor. Ze krijgen geen stimuli te zien en hoeven geen vraag over zichzelf te beantwoorden door knoppen in te drukken. Na het experiment worden ze geïnterviewd over hun reflecties om te checken of het inderdaad zelfreflectie betrof en wat de aard van de reflecties was. De vergelijking tussen de twee typen taken trekt de aandacht naar de tijd die deelnemers krijgen en ook naar de antwoordcategorieën waarin ze hun 'reflecties' al dan niet moeten gieten. Deelnemers bij de vrije zelfreflectie taak rapporteren reflecties als 'I am extrovert and talkative, while on the other hand I have sides only my friends know' (Kjaer, Nowak, en Lou 2002). Dit terwijl deelnemers aan het eerste type taak zo'n 2 seconden krijgen om te beoordelen of ze extravert zijn, ja of nee. Het is goed mogelijk dat bij de twee typen taken verschillende cognitieve processen betrokken zijn. De implicaties van de methodologische keuzes zijn dat waar het tweede type taak tot op bepaalde hoogte beantwoordt aan het dagelijks gebruik van de term 'zelfreflectie', het eerste type taak eerder zoiets betreft als het voor de geest halen van een al bestaand, schematisch beeld van de persoonlijkheid.

De laatste manier om het opgraven van conceptuele implicaties van methodologische keuzes te vergemakkelijken is door taken te vergelijken met filosofische visies op een onderwerp. Zo gaat mijn eigen filosofische onderzoek naar het zelf over iemands identiteit, specifiek dat stuk van de

identiteit dat samenhangt met de relaties tot geliefde anderen. Leg dat naast de taken en de nadruk in het CNS onderzoek op de persoonlijkheid trekt de aandacht. Of neem het CNS onderzoek naar liefde. We lezen dat in de visie van de filosoof Harry Frankfurt liefde een ‘concern for the existence and the good of what is loved’ is, een zich bekommeren om het bestaan en het welzijn van de geliefde. Dat is veel praktischer en actiever dan de passieve ervaring of het gevoel van liefde die geïmpliceerd worden door de taken in het CNS onderzoek naar liefde. Zo kunnen ook filosofische visies helpen om implicaties van methodologische keuzes scherper in beeld te krijgen. En waar concepten in beeld zijn, worden ze ook bevragebaar.

III Kritische analyse van de conceptuele implicaties

Wanneer de conceptuele implicaties van methodologische keuzes op tafel liggen, kunnen de effecten ervan kritisch onder de loep genomen worden, zowel qua vergelijkbaarheid van studies binnen een deelgebied van CNS als op andere vlakken. En er kunnen verbeteringen worden gesuggereerd.

De belangrijkste vraag is natuurlijk: hoe worden cognitieve concepten gelabeld en in hoeverre worden labels systematisch geassocieerd met taken? We zagen al dat er in het CNS onderzoek naar zelfreflectie grofweg gebruik gemaakt wordt van twee typen taken, maar we hebben het nog niet gehad over de labels die gebruikt worden. Mijn conceptual review liet zien dat er met minstens tien verschillende labels gewerkt wordt: naast ‘self-reflection’ zijn dit ‘self-referential reflective activity’, ‘self-referential processing’, ‘self processing’, ‘thinking about selves’, ‘self-knowledge’, ‘reflective self-awareness’, ‘metacognitive evaluation of the self’, ‘judgments of self’, en ook simpelweg ‘the self’ (van Stee 2017: hoofdstuk 2). Naar de vier studies die de vrije reflectie taak gebruiken, wordt met drie verschillende labels gerefereerd (‘self-reflection’, ‘reflective self-awareness’ en ‘self-referential reflective activity’). Een van die drie labels (‘self-reflection’) wordt ook vaak gebruikt om naar het type taak te verwijzen dat gaat over het snel voor de geest halen van een schematisch zelfbeeld. Oftewel: naar dezelfde taak wordt met verschillende labels gerefereerd en met hetzelfde label wordt naar verschillende taken gerefereerd. Labels en taken zijn in deze CNS literatuur allesbehalve systematisch met elkaar verbonden en dit bemoeilijkt meta-analyse in het algemeen en geautomatiseerde meta-analyse met behulp van databases in het bijzonder. Het zou goed zijn als de twee typen taken verschillende labels krijgen, bijvoorbeeld ‘self-reflection’ enerzijds en ‘accessing one’s personality schema’ anderzijds.

Verder brengt de kritische analyse expliciet problemen aan het licht die goede neurowetenschappers informeel al opmerken en die alle

neurowetenschappers zouden moeten opmerken, hoewel sommigen dat helaas niet doen. Zo kunnen methodologische keuzes aan het licht komen die überhaupt niet geschikt zijn om een bepaald cognitief concept te onderzoeken, bijvoorbeeld wanneer de controletaak niet geschikt is. Of er is sprake van methodologische keuzes die vooroordelen in zich herbergen en daarom gewijzigd en/of aangevuld moeten worden. Zo bleek uit mijn conceptual review van het CNS onderzoek naar liefde dat er in totaal 243 vrouwelijke deelnemers waren aan de studies en 84 mannelijke. Een deel van die discrepantie heeft ermee te maken dat er wel onderzoek is gedaan naar moederliefde, maar niet naar vaderliefde. Dat dat zo is, is in het licht van de relevante onderzoeksvragen echter niet goed te verklaren. Vergelijkingen met ouderlijk gedrag in ratten en de neurale / hormonale factoren die daaraan bijdragen, zijn alleen informatief wanneer alle mensen die ouderlijk gedrag vertonen en ouderlijke liefde ervaren, worden onderzocht. Om te ontrafelen welke neurale mechanismen specifiek menselijke gedragingen en ervaringen mogelijk maken, en ook om te ontrafelen hoe dit al dan niet verschilt tussen mannen en vrouwen, moeten ook vaders onderzocht worden. Dat dat nu nog niet gebeurt, kan goed te maken hebben met stereotypen over hoe speciaal moederliefde is; stereotypen die in één van de moederliefde onderzoeken heel expliciet worden aangehaald (Noriuchi, Kikuchi, en Senoo 2008). Ironisch genoeg kunnen die stereotypen ook weer versterkt worden door onzorgvuldige interpretaties van dit soort CNS onderzoek. 'Dit is de hersenactiviteit die ervoor zorgt dat moederliefde speciaal is' of 'nu is in het brein aangetoond dat moederliefde speciaal is' kan nou eenmaal uitstekende *clickbait* zijn. Uit onderzoek naar gezondheidsgerelateerde wetenschap blijkt dat het vooral in de persberichten van academische instituten nog weleens mis wil gaan (Sumner e.a. 2014).

In z'n algemeenheid maakt conceptual review ons bewust van de reikwijdte van resultaten uit het CNS onderzoek: die beslaat eerder de neurale correlaten van 'hevige verliefdheid' dan die van het algemenere 'romantische liefde', laat staan 'liefde', bijvoorbeeld. Dit bewustzijn is belangrijk bij de communicatie van resultaten, naar andere onderzoekers, naar mensen die er toepassingen in zien en naar een breder geïnteresseerd publiek. Als laatste wijst een conceptual review de weg naar nieuwe onderzoeksmogelijkheden. Zoals gezegd richt het onderzoek naar zelfreflectie zich voor het overgrote deel op reflectie op persoonlijkheid. Andere aspecten aan het zelf vragen om aandacht. Het onderzoek naar liefde staat te springen om studies naar vaderliefde. En zo zijn er nog heel veel meer manieren om onderzoek uit te breiden (van Stee 2017).

7 Naar systematischere meta-analyse

Terug naar de hoofdkwestie: hoe zorgen we ervoor dat we appels met appels vergelijken en peren met peren, zodat (geautomatiseerde) meta-analyse van CNS resultaten vruchtbaarder wordt? Wat neurowetenschappers daadwerkelijk onderzoeken, is de hersenactiviteit die bij het uitvoeren van een taak betrokken is, zo zagen we. Cognitieve labels als 'werkgeheugen' of 'zelfreflectie' zijn wat dat betreft een proxy voor taken. Labels worden vaak op onsystematische wijze toegepast: studies met hetzelfde label gebruiken niet per se dezelfde taken, en studies die wel vergelijkbaar zijn doordat ze van dezelfde taak gebruik maken, krijgen niet per se hetzelfde label. Omdat studies voor meta-analyses worden geselecteerd aan de hand van het label, zitten we met een vergelijkbaarheidsprobleem. Het opzetten van een cognitieve ontologie om het gebruik van labels te standaardiseren is een uitstekend streven. Wanneer iedereen echter door middel van een wiki-format simpelweg kan beslissen welk label er aan een taak gegeven wordt, dan herhaalt het probleem zich in plaats van dat het opgelost wordt. Er is systematische analyse nodig van de taken; conceptual review voorziet daarin. Conceptual review expliciteert de implicaties die methodologische keuzes hebben voor het cognitieve concept dat onderzocht wordt.

Om conceptual review met een cognitieve ontologie te kunnen combineren en geautomatiseerde meta-analyse te faciliteren, moeten we een verdere complicatie bespreken. Laten we het voorbeeld uit het CNS onderzoek naar 'zelfreflectie' nogmaals bekijken: daar wordt van minstens twee typen taken gebruik gemaakt, grofweg zelfreflectie enerzijds en het voor de geest halen van een schema van de eigen persoonlijkheid anderzijds. Het zou goed kunnen dat bij die twee taken verschillende cognitieve processen betrokken zijn. Ik schrijf 'minstens twee' en 'grofweg' omdat er hier een moeilijke vraag rijst. Wanneer zijn studies vergelijkbaar *genoeg*? Ik heb deze studies nu in twee groepen ingedeeld, maar uiteraard zijn er tussen de persoonlijkheidsschema-studies onderling ook nog weer verschillen. Zo zijn er studies waarbij de antwoordmogelijkheden niet 'ja' of 'nee' zijn, maar de mate betreffen waarin een persoonlijkheidskenmerk van toepassing is, op een schaal van 1 tot 4. In principe zouden we de studies op basis hiervan verder uit kunnen splitsen en dat kan er uiteindelijk toe leiden dat geen enkele studie met een andere te vergelijken lijkt. Om de fruitmetafoor nogmaals te gebruiken: misschien zijn jonagolds en elstars en goudrenetten helemaal niet zo vergelijkbaar. Als je zulke

fragmentatie wilt voorkomen en dus ergens een grens wilt stellen, op basis waarvan dan? Want in de andere richting is de vraag: waarom zouden die twee typen studies, ook al zijn ze verschillend, niet toch vergelijkbaar *genoeg* kunnen zijn? We kunnen 'zelfreflectie' toch een technische definitie geven die beide typen taken omvat, en op dat 'fruit' niveau de bijbehorende hersenactiviteit analyseren?

Er is geen makkelijke oplossing voor dit probleem; dit is precies de reden dat ik aan het begin al schreef dat de schijnbaar eenvoudige voorwaarde voor meta-analyse ('geen appels met peren vergelijken') in de praktijk helemaal zo eenvoudig niet is. Het uiteindelijke criterium volgt rechtstreeks uit de doelstelling van CNS om de neurale in staat stellende voorwaarden van cognitieve processen te onderzoeken: wanneer een verschil in methodologische keuzes ertoe leidt dat er verschillende cognitieve processen bij het volbrengen van de taak betrokken zijn, dan hebben we te maken met een relevant verschil. We zagen echter eerder al dat er onenigheden zijn tussen onderzoekers over de interpretatie van cognitieve processen, hun deelprocessen en hun relaties tot andere cognitieve processen. Juist vanwege die onenigheden op het niveau van cognitieve labels, is het essentieel om te beginnen bij de feiten waar niet over te twisten valt: bij de methodologische keuzes die gemaakt zijn in de verschillende studies. Wat we nodig hebben is een taakontologie (Figdor 2011). Zo'n taakontologie zou precies de informatie bevatten die in een conceptual review wordt verzameld, met name in de eerste twee stappen.

Dat is ook de informatie op basis waarvan we vervolgens argumenten kunnen ontwikkelen over wat de appels zijn en wat de peren, dat wil zeggen, welke taken vergelijkbaar zijn qua cognitieve processen die erbij betrokken zijn en welke anders zijn. Dit zijn argumenten over de labels die in de cognitieve ontologie terecht moeten komen en de manier waarop ze verbonden moeten zijn met taken. Zulke argumenten kunnen onderdeel zijn van de kritische analyse in stap III van conceptual review. Over het algemeen zullen de indelingen nu te grof zijn (Poldrack en Yarkoni 2016); mijn voorstel om het onderzoek naar 'zelfreflectie' in tweeën te delen sluit daarbij aan. Wanneer iemand anders wil beargumenteren dat er nog een verdere opsplitsing noodzakelijk is, bijvoorbeeld omdat hij op basis van gedragsonderzoek denkt dat het wel degelijk verschil maakt qua cognitieve processen of mensen 'ja' of 'nee' mogen antwoorden of op een schaal van 1 tot 4, dan is de benodigde informatie over methodologische keuzes aanwezig in de taakontologie. Idealiter zou het proces

van argumentatie en tegenargumentatie al plaatsvinden voordat een conceptuele review wordt gepubliceerd en de resultaten aan een cognitieve ontologie worden gekoppeld. Dit kan door de review en het bijbehorende argument over labels eerst een aantal keer te presenteren, liefst ook bij mensen met een andere visie op het cognitieve concept, parallel aan hoe filosofen hun argumenten vaak al vele malen presenteren voordat ze tot publicatie overgaan. Nog beter zou zijn om bij het opzetten van de conceptual review neurowetenschappers te betrekken die er concurrerende visies op het cognitieve concept op nahouden. Het risico op fragmentatie zal daarbij in de praktijk waarschijnlijk kleiner zijn dan het in theorie misschien lijkt. Taken worden ontzettend vaak hergebruikt in het CNS onderzoek en dus kan het haast niet anders of er is voor iedere categorie een behoorlijk aantal studies voorhanden.

Zo draagt filosofie bij aan neurowetenschap, maar in plaats van in de leunstoel conceptuele analyses te ontwikkelen en die dan op de stoep van neurowetenschappers achter te laten, start deze vorm bij de methodologische feiten van neurowetenschappelijk onderzoek en maakt daar de reflectieve beweging. Daarbij maakt het niet uit of conceptual review wordt toegepast door reflectief getrainde neurowetenschappers of door neurowetenschappelijk onderlegde filosofen. Waar het om draait is de helderheid over de implicaties van methodologische keuzes die conceptual review bewerkstelligt. Die helderheid is noodzakelijk voor geautomatiseerde meta-analyse en, meer in het algemeen, voor vooruitgang in de cognitieve neurowetenschappen.

Bibliografie

- Abend, Gabriel (2017) What Are Neural Correlates Neural Correlates Of? *BioSocieties* 12 (3), pp. 415-38. <https://doi.org/10.1057/s41292-016-0019-y>.
- Bennett, Maxwell R., en Peter M. S. Hacker (2003) *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Malden, MA: Blackwell Pub.
- Figdor, Carrie (2011) Semantics and Metaphysics in Informatics: Toward an Ontology of Tasks, *Topics in Cognitive Science* 3 (2), pp. 222-26. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2011.01133.x>.
- Francken, Jolien C., en Marc Slors (2014) From commonsense to science, and back: The use of cognitive concepts in neuroscience, *Consciousness and Cognition* 29, pp. 248-58. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2014.08.019>.
- Frankfurt, Harry G. (2006) *Taking Ourselves Seriously & Getting It Right*, onder redactie van Debra Satz. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Hastings, Janna, Gwen A. Frishkoff, Barry Smith, Mark Jensen, Russell A. Poldrack, Jane Lomax, Anita Bandrowski, Fahim Imam, Jessica A. Turner, en Maryann E. Martone (2014)

- Interdisciplinary perspectives on the development, integration, and application of cognitive ontologies, *Frontiers in Neuroinformatics* 8, 62. <https://doi.org/10.3389/fninf.2014.00062>.
- Helm, Bennett W. (2009) Love, Identification, and the Emotions, *American Philosophical Quarterly* 46 (1), pp. 39-59.
- Kjaer, Troels W., Markus Nowak, en Hans C. Lou (2002) Reflective Self-Awareness and Conscious States: PET Evidence for a Common Midline Parietofrontal Core, *NeuroImage* 17 (2), pp. 1080-86. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1230>.
- Leibenluft, Ellen, M. Ida Gobbi, Tara Harrison, en James V. Haxby (2004) Mothers' neural activation in response to pictures of their children and other children, *Biological Psychiatry* 56 (4), pp. 225-32. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.05.017>.
- Lenartowicz, Agatha, Donald J. Kalar, Eliza Congdon, en Russell A. Poldrack (2010) Towards an Ontology of Cognitive Control, *Topics in Cognitive Science* 2 (4), pp. 678-92. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01100.x>.
- Maxwell, Scott E., Michael Y. Lau, en George S. Howard (2015) Is psychology suffering from a replication crisis? What does 'failure to replicate' really mean? *American Psychologist* 70 (6), pp. 487-98. <https://doi.org/10.1037/a0039400>.
- Nitschke, Jack B., Eric E. Nelson, Brett D. Rusch, Andrew S. Fox, Terrence R. Oakes, en Richard J. Davidson (2004) Orbitofrontal Cortex Tracks Positive Mood in Mothers Viewing Pictures of Their Newborn Infants, *NeuroImage* 21 (2), pp. 583-92. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.10.005>.
- Noriuchi, Madoka, Yoshiaki Kikuchi, en Atsushi Senoo (2008) The Functional Neuroanatomy of Maternal Love: Mother's Response to Infant's Attachment Behaviors, *Biological Psychiatry* 63 (4), pp. 415-23. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.018>.
- Ortigue, Stephanie, Francesco Bianchi-Demicheli, Nisa Patel, Chris Frum, en James W. Lewis (2010) Neuroimaging of Love: fMRI Meta-Analysis Evidence toward New Perspectives in Sexual Medicine, *Journal of Sexual Medicine* 7 (11), pp. 3541-52. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2010.01999.x>.
- Poldrack, Russell A., Aniket Kittur, Brett D. Kalar, Eric Miller, Christian Seppa, Yolanda Gil, D. Stott Parker, Fred W. Sabb, en Robert M. Bilder (2011) The cognitive atlas: toward a knowledge foundation for cognitive neuroscience, *Frontiers in Neuroinformatics* 5: 17. <https://doi.org/10.3389/fninf.2011.00017>.
- Poldrack, Russell A., en Tal Yarkoni (2016) From Brain Maps to Cognitive Ontologies: Informatics and the Search for Mental Structure, *Annual Review of Psychology* 67 (1), pp. 587-612. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033729>.
- Price, Cathy J., en Karl J. Friston (2005) Functional ontologies for cognition: The systematic definition of structure and function, *Cognitive Neuropsychology* 22 (3-4), pp. 262-75. <https://doi.org/10.1080/02643290442000095>.
- Stee, Annemarie van (2017) *Understanding Existential Self-Understanding. Philosophy Meets Cognitive Neuroscience*. Leiden University.
- Sumner, Petroc, Solveiga Vivian-Griffiths, Jacky Boivin, Andy Williams, Christos A. Venetis, Aimée Davies, Jack Ogden, e.a. (2014) The Association between Exaggeration in Health Related Science News and Academic Press Releases: Retrospective Observational Study, *BMJ* 349, g7015. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7015>.

Over de auteur

Annemarie van Stee werkt als filosoof aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zij behaalde cum laude mastergraden in de filosofie en in Cognitive Neuroscience. Ze promoveerde in 2017 in Leiden op het proefschrift *Understanding existential self-understanding: philosophy meets cognitive neuroscience*. Van Stee's huidige onderzoek gaat over zin(loosheid) en over liefde. Daarnaast blijft zij publiceren over de verhouding tussen neurowetenschap en filosofie, en voerde de redactie over een themanummer van *Filosofie Tijdschrift* over dit onderwerp (2018). www.avanstee.nl.