

Flexibiliteit van Motorische Representaties

Jasper van Heeren

Erasmus University Rotterdam

Abstract

In dit onderzoek werd gezocht naar de flexibiliteit van motorische representaties. Om dit te bewerkstelligen werd er gebruik gemaakt van een verificatietask. Proefpersonen kregen in random volgorde omkeerbare, onomkeerbare en controle situaties te lezen, gevolgd door een targetzin. Men moest op beide zinnen afzonderlijk reageren, of de aangeboden zin waar was of niet. Verwacht werd dat proefpersonen trager zouden reageren op targets die voorafgegaan werden door onomkeerbare situaties. De interne simulatie zou immers niet overeenkomen met de nieuwe situatie, wat zich zou uiten in langere reactietijden. Geen verschil in reactietijden tussen de condities werd echter geconstateerd. Na nader onderzoek werd alleen een priming effect waargenomen. Mogelijke oorzaak voor het uitblijven van een interferentie effect is dat men de zin sneller kan verifiëren dan simuleren.

Een belangrijke vraag in de cognitieve wetenschap is hoe mensen nu precies informatie uit hun omgeving opslaan in het brein en hoe mensen deze informatie vervolgens weer verder bewerken en manipuleren. Het aantal theorieën dat een verklaring biedt voor het representeren van conceptuele kennis is zowel talrijk als divers. De meest gangbare theorie van kennis representatie was tot slechts enkele jaren geleden een amodale benadering (o.a. Collins & Quillian, 1969, Kintsch, 1998), maar vandaag de dag heeft deze theorie hevige concurrentie gekregen uit de hoek van de embodied benaderingen, zoals de zogeheten Perceptual Symbols Theory (Barsalou, 1999) en de Immersed Experiencer Framework (Zwaan, 2004).

Het verschil tussen de modale en de amodale benaderingen zit hem in de relatie tussen het interne symbool dat mensen vormen en de externe referentie waarnaar het interne symbool verwijst. Beide benaderingen stellen dat perceptuele informatie wordt verwerkt door de sensormotorische systemen in de hersenen. De volgende stap is voor de beide benaderingen echter totaal verschillend. De amodale benadering veronderstelt dat de perceptuele staat wordt vertaald naar een compleet nieuwe representatie die niet-perceptueel van aard is. Volgens de amodale benadering is deze representatie arbitrair en taal-achtig, waardoor de externe referent wordt

opgeslagen als een soort feature-lijst, schema of semantisch netwerk. Deze netwerken en lijsten maken deel uit van groot functioneel symbolisch systeem die alle hogere cognitieve functies ondersteunt als het geheugen, kennis, taal en gedachten (Barsalou, 1999). Zo beschrijven Collins en Quillian (1969) kennis representatie als een hiërarchisch netwerk bestaande uit knopen en verbindingen. Hoewel zij met een verificatietaak bewijs vergaarden voor hun hiërarchische netwerk is het niet aannemelijk te veronderstellen dat het menselijk geheugen zo simpel in elkaar zit (Kintsch, 1998).

Kintsch (1998) gaat eveneens uit van een amodale benadering voor het begrijpen van taal maar gaat verder door te stellen dat het geheugen (en daarmee de representatie van kennis) bestaat uit een ingewikkeld netwerk van proposities die zich als vectoren bevinden in een hoogdimensionale semantische ruimte. Met een techniek genaamd Latent Semantic Analysis (LSA) kunnen de prestaties van het geheugen gesimuleerd worden. De betekenis van een propositie wordt bepaald door de positie in het netwerk. Concepten zijn tijdelijke constructies in het werkgeheugen, die ter beschikking komen wanneer de situatie daarom vraagt. Kintsch stelt dat concepten niet vastliggen in het lange termijn geheugen maar variabel zijn bij het ophalen uit het geheugen, iets wat Barclay, Bransford, Franks, McCarrell en Nitsch (1974) als een van de eersten aantoonde, in hun onderzoek naar de flexibiliteit van semantiek, een onderwerp waar we later nog op terug zullen komen.

Het grootste struikelblok voor amodale benaderingen van kennis representatie is het zogenaamde Symbol Grounding Probleem (Harnad, 1990). Hoe kunnen we de betekenis leren van betekenisloze figuren en symbolen? Het probleem is hetzelfde als wanneer je bij wijze van spreken probeert de Chinese taal te leren met enkel een Chinees woordenboek tot je beschikking. Je ziet een symbool en de betekenis leidt

alleen maar tot andere op het oog betekenisloze symbolen (Harnad, 1990). Een betere verklaring biedt de modale Perceptual Symbols Theorie, deze stelt dat de relatie analoog is en perceptueel (Barsalou, 1999). Dit houdt in dat de externe referent wordt opgeslagen zoals deze wordt waargenomen door de zintuigen. Wanneer men bijvoorbeeld terugdenkt aan een waargenomen object dan vindt er als het ware een herbeleving plaats van het moment waarop men het object in het echt waarnam (of horen/voelen/ruiken). De neuronen die actief waren op het moment van waarneming worden ook nu weer geactiveerd (Barsalou, Simmons, Barbey & Wilson, 2003). Tijdens de waarneming van informatie door de zintuigen vind er een bottom-up proces plaats in de sensormotorische hersengebieden. Bij het ophalen van informatie vindt er in deels dezelfde hersengebieden een top-down proces plaats waarbij deze gebieden wederom worden geactiveerd, en er een herbeleving plaatsvindt (Barsalou, 1999).

Een ander groot probleem met de amodale benadering is echter dat hij ook moeilijk te falsificeren is, de benadering is in staat vrijwel alles te verklaren. De benadering heeft echter niet al te veel voorspellende kracht en moet het vooral hebben van verklaringen achteraf. Een goed voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld het onderzoek van Solomon en Barsalou (2001) waarin zij stellen dat eigenschappen van objecten lokaal gerepresenteerd worden. Als voorbeeld geven ze het woord *manen*, bij een paard en een leeuw zien manen er behoorlijk verschillend uit. De amodale benaderingen gaan er echter vanuit dat ze hetzelfde gerepresenteerd worden in een netwerk, een globale opslag dus. Uit het onderzoek blijkt echter wel degelijk dat mensen manen van paarden en leeuwen als aparte entiteiten opslaan. Deze bevinding is een steun in de rug voor modale benaderingen, maar amodale theorieën kunnen deze bevindingen achteraf ook verklaren wanneer de theorieën wat worden aangepast.

Een andere voorspelling van de Perceptual Symbols Theorie is dat veranderingen in het fysieke object leiden tot vergelijkbare veranderingen in de perceptuele symbolen die ten grondslag liggen aan de interne simulatie van het object (Barsalou, 1999). Aan de hand van een dergelijke stelling kunnen wel voorspellingen en onderzoek worden gedaan, iets waar we in dit onderzoek ook gebruik van maken.

Bewijs ter ondersteuning voor de modale theorieën komt voornamelijk uit de hoek van de perceptuele simulatie, studies die aantonen dat mensen interne simulaties maken van situaties. Het onderzoek van Zwaan, Madden, Yaxley en Aveyard (2004) is hier een sterk voorbeeld van. In hun onderzoek moesten proefpersonen naar gesproken zinnen luisteren en vervolgens beoordelen of twee plaatjes die hen daarna achter elkaar werden aangeboden identiek waren. In de gesproken zinnen was echter sprake van een beweging in een bepaalde richting, zoals: *de korte stop gooide de softbal naar jou*. De zin impliceert dus een beweging naar je toe. De twee plaatjes die de proefpersonen daarna kregen te zien waren echter zo gemanipuleerd dat er in sommige gevallen sprake leek van beweging. Het eerste plaatje was bijvoorbeeld een kleine bal en het tweede dezelfde bal maar dan groter. Wanneer deze plaatjes na elkaar worden aangeboden ontstaat de illusie van een bal die zich naar je toe beweegt. Kwam de beweging in de zin overeen met de gesimuleerde beweging in de plaatjes dan vertoonden de proefpersonen snellere reactietijden dan wanneer de oriëntatie niet overeen kwam. Dit onderzoek toont sterk aan dat mensen in ieder geval een mentale simulatie maken van beweging, en dat er sprake is van facilitatie wanneer er overeenkomsten zijn.

Er zijn de afgelopen jaren nog meer onderzoeken gedaan naar het bestaan van interne simulaties, zoals ook het onderzoek van Stanfield en Zwaan (2001), waarin bleek dat de oriëntatie van een beschreven object mentaal wordt gerepresenteerd. Bij

het verifiëren van een plaatje wat daarna werd aangeboden, had men meer tijd nodig als de oriëntatie in de beeltenis niet overeen kwam met de oriëntatie uit de eerder beschreven zin. Dit onderzoek toonde niet alleen aan dat veranderingen in de referent leiden tot veranderingen in de interne representatie maar ook andersom. De interne representatie leidt tot implicaties voor het interpreteren van de referent. Glenberg en Kaschak (2002) toonden zelfs aan dat het begrijpen van een zin waarin een bepaalde richting wordt beschreven kan interfereren met het maken van de fysieke actie in tegenovergestelde richting.

In het onderzoek van Zwaan, Stanfield en Yaxley (2002) werd gezocht naar het mentaal representeren van de vorm van objecten. In dit geval moesten proefpersonen zinnen lezen over dieren of objecten die zich op een specifieke locatie bevonden. Een voorbeeld hiervan is: *adelaar in de lucht* OF *adelaar in een nest*. Na deze zin kregen ze een plaatje van een adelaar, en de proefpersonen moesten aangeven of het onderwerp uit de zin zich in het plaatje bevond. Het plaatje liet in dit geval een adelaar zien die zijn vleugels had uitgespreid of die in een nest stond. Afhankelijk van de eerste zin ontstond er een match of mismatch. Mensen waren aanzienlijk sneller op zinnen die overeen kwamen met het plaatje. Eens te meer een bewijs voor het feit dat mensen gebruik maken van interne representaties, en misschien nog wel belangrijker: amodale benaderingen hebben grote moeite met het verklaren van dergelijke bevindingen.

Minstens zo relevant voor het onderzoek wat we uitvoeren zijn de bevindingen op het gebied van flexibiliteit van semantiek. Barclay et al. (1974) beredeneerden dat als de context van een zin de interpretatie van een woord beïnvloedt, dit ook het geval zou kunnen zijn voor de effectiviteit van bepaalde recall cues. In een van hun experimenten naar de flexibiliteit van semantiek bleek dat retrieval cues in de eerste

plaats succesvoller waren wanneer ze in de studiefase samen met het bestudeerde object voorkwamen. Cues bleken derhalve veel effectiever wanneer ze relevant waren dan wanneer ze dit niet waren. De interpretatie van bekende niet-ambigue woorden hangt sterk af van de zinscontext waarin het betreffende woord voorkomt. Later kwam ook Greenspan (1986) tot een soortgelijke bevinding, hij vond in een reeks lexicale decisie experimenten dat centrale eigenschappen van een object bij mensen altijd worden geactiveerd en perifere eigenschappen alleen wanneer deze worden benadrukt door de context van de zin, deze conclusie geldt voor het direct interpreteren van een zin maar ook voor de lange termijn.

Tabossi (1988) kwam tot een vergelijkbare conclusie op basis van haar onderzoek naar de effecten van context op de interpretatie van niet-ambigue woorden. In haar experiment met gesproken primes en een lexicale decisietaak bleek dat contextueel relevante aspecten van een object beter worden herinnerd dan niet relevante aspecten, deze worden zelfs geïnhibeerd volgens Tabossi, iets wat Greenspan (1986) overigens tegensprekt, volgens hem is er van inhibitie geen sprake. De resultaten uit deze studie leiden tot de conclusie dat het ophalen van semantische informatie beïnvloedt wordt door eerder bestudeerde context. Een overeenkomst tussen deze klassieke onderzoeken is dat ze alledrie sterk aantonen dat semantische informatie niet vaststaat maar vooral flexibel is en variabel.

Een onderzoek dat de link legt tussen de modale benadering en flexibiliteit is van Pecher, Zeelenberg en Barsalou (2004). Dit onderzoek richtte zich op modaliteitspecifieke effecten van eerdere activatie, op sensormotorische simulaties. Concept namen werden in dit experiment twee keer aangeboden in een verificatie taak, met een verschillende eigenschap voor elke gelegenheid. Zo werd het woord appel bijvoorbeeld gepresenteerd samen met de woorden: “*glimmend*” en “*groen*”,

eigenschappen uit dezelfde modaliteit namelijk de visuele. In een andere conditie werd het woord *appel* vergezeld door woorden uit verschillende modaliteiten zoals “*glimmend*” en “*zuur*”, zuur is afkomstig uit de smaakmodaliteit. De twee eigenschappen waren dus afkomstig van dezelfde perceptuele modaliteit of juist niet. De conclusie uit het onderzoek was dat mensen sneller reageerden wanneer de eigenschappen afkomstig waren uit dezelfde modaliteit. Er ontstaat een zogenaamde switch-cost wanneer men moet overschakelen naar een andere modaliteit. Hoewel dit onderzoek zich richt op de effecten van modaliteit is het een sterk bewijs voor een modale benadering van kennis representatie.

De vraag die wij onszelf stelden voor dit onderzoek is of van deze semantische flexibiliteit ook sprake is bij het representeren van kennis op een modale manier, dus wanneer wij een taak gebruiken als die van Zwaan et al. (2002) vinden wij dan ook de flexibiliteit die in eerdere onderzoeken is gevonden zoals dat van Tabossi (1988). Het onderzoek beschreven in dit artikel is dus in feite aanvullend en uitbreidend aan de voorgaand genoemde onderzoeken. In dit onderzoek maakten we ook gebruik van een verificatietaak om eigenschappen van objecten te laten beoordelen door proefpersonen. Verschil met eerder genoemd onderzoek is dat hier geen gebruik gemaakt werd van visuele stimuli, zoals plaatjes, maar uitsluitend gebruik gemaakt werd van visueel aangeboden zinnen. We vermoedden namelijk dat hiermee ook aangetoond kon worden dat mensen interne representaties en simulaties maken. Om dit aan te tonen gebruikten we een verificatietaak waarin we gebruik maakten van het aanbieden van incongruente zinnen. Dit onderzoek ging dus verder dan alleen de beweging en oriëntatie wat tot op heden veelal is bestudeert. Wanneer de inhoud van het aanbieden van een targetzin niet overeenkomt met de inhoud van een eerder aangeboden experimentele primezin, dan zullen naar verwachting de reactietijden van

de proefpersonen toenemen. In dit geval maakten we gebruik van onomkeerbare situaties, zoals dingen die in de eerste primezin kapot gingen, en waarmee in de targetzin vervolgens handelingen werden verricht. Verwacht werd dat de interne representatie van de eerste presentatie zorgt voor interferentie ten opzichte van de tweede zin. De beelden zijn immers tegenstrijdig, net als bij de onderzoeken van Zwaan et al. (2002) en Stanfield en Zwaan (2001). Een voorbeeld uit het experiment is bijvoorbeeld de zin: *een fles kun je breken*. Als mensen hiervan een representatie maken dan zal de fles hierin ook gebroken zijn. Wanneer men daarna de zin: *een fles kan rollen* krijgt aangeboden, dan zal dit beeld niet goed overeenkomen met de interne representatie die ze hadden van de fles, namelijk dat deze was gebroken. De reactietijd zal daarom waarschijnlijk langer zijn voor de tweede zin dan wanneer de voorgaande zin bijvoorbeeld zou zijn: *een fles kun je vullen*. In dit geval is de fles immers nog altijd in staat om te rollen en zou er dus geen sprake zijn van interferentie.

Om te onderzoeken of het bovenstaande daadwerkelijk het geval is maakten we gebruik van de volgende onderzoekshypothesen: Het aanbieden van zinnen die worden gevolgd door zinnen met hetzelfde onderwerp zullen leiden tot een priming effect. Dit priming effect zal te zien zijn in de snellere reactietijden die worden geregistreerd op de targetzinnen die worden voorafgegaan door een zin met hetzelfde onderwerp. Het priming effect ontstaat doordat het eerder geactiveerde onderwerp actief blijft in het geheugen waardoor facilitatie optreedt bij het aanbieden van de volgende zin. Deze facilitatie is niet aanwezig wanneer in de tweede zin een ander onderwerp voorkomt. Een andere aanname die we hier maakten is dat wanneer de actie die in de eerste zin met een onderwerp wordt ondernomen niet overeenkomt met een actie die hetzelfde onderwerp ondergaat in de tweede zin, zal leiden tot langere

reactietijden op de tweede zin. Dit in vergelijking met wanneer de actie die het onderwerp in de eerste zin ondergaat overeenkomt met de actie in de tweede zin. De representatie die mensen maken van de eerste zin, zal niet rijmen met de actie in de tweede zin. Er zal dus geen facilitatie plaatsvinden, waardoor er zeker geen snellere reactietijden op deze targets worden verwacht.

Experiment 1

Proefpersonen

Dertig studenten afkomstig van de opleiding Psychologie aan de Erasmus University Rotterdam deden vrijwillig mee aan het onderzoek, in ruil voor deelname kregen zij een halfuur course credit afgetekend. Alle proefpersonen gaven aan de Nederlandse taal goed te beheersen, wat een vereiste was voor het onderzoek.

Stimuli

Experiment 1 maakte gebruik van een totaal van vijfenzeventig experimentele targets. Voor elke experimentele target stimulus waren drie verschillende prime condities beschikbaar. Elke proefpersoon kreeg vijftwintig primes uit elke conditie voorafgaand aan de experimentele targets. De prime condities waren als volgt: onomkeerbaar, omkeerbaar en controle. De targets waren zinnen waarin een eigenschap van een voorwerp werd beschreven. In de onomkeerbare prime conditie kreeg men een stelling te lezen over een voorwerp met een eigenschap, hiervan moest men aangeven of deze stelling waar was of niet. Zoals deze conditie al doet vermoeden was de aangeboden eigenschap onomkeerbaar. Bijvoorbeeld: *een fles kan breken*, gevolgd door de target stelling: *een fles kan drijven*. In de omkeerbare

conditie kreeg men een stelling te lezen die omkeerbaar is in combinatie met de target. Bijvoorbeeld: *een fles kun je vullen*, gevolgd door de target: *een fles kan drijven*. De laatste conditie waarin we geïnteresseerd waren is de controle conditie. Hier werd een controle stelling aangeboden gevolgd door de target stelling. De controle stelling en de target konden echter los van elkaar worden gezien omdat ze geen invloed op elkaar hebben. In het voorbeeld van de fles was de controle conditie: *een fles kan rollen*. Het feit dat een fles kan rollen doet niets af aan het feit dat een fles ook kan drijven. Iedere proefpersoon kreeg vijftientwintig stimuli van elke prime conditie te zien aangevuld met honderd vijftig filler stimuli. Alle experimentele stimuli met hun target waren van de combinatie true – true. Van de fillers zijn er vijftig true – false, vijftig false – false en vijftig false – true. Vooraf aan het daadwerkelijke onderzoek kreeg men eerst twaalf stimulusparen aangeboden (drie keer elke combinatie: true - true etc.). Het experiment werd in drie verschillende versies aangeboden, zodat er sprake was van counterbalancing. Counterbalance werd gewaarborgd doordat tien proefpersonen de eerste 25 primes uit de onomkeerbare conditie kregen, de volgende tien kregen nummer 26 tot 50 en de laatste groep kreeg primes nummer 51 tot 75 te zien. Ditzelfde principe werd uiteraard ook gebruikt voor de condities omkeerbaar en controle. Alle condities werden at random aangeboden zodat men geen verband kon ontdekken. In totaal werden er 225 stimulus paren aangeboden, het totale aantal stimuli kwam daarmee op 450 stuks (exclusief oefentrials). Van deze 450 stimuli dienden er 250 (55%) positief beantwoord te worden en 200 (45%) negatief. We dachten niet dat dit verschil van vijftig zou leiden tot een bias voor positief reageren. Het is niet aannemelijk dat men deze verhouding bewust doorheeft tijdens het maken van het experiment.

Procedure

Het experiment duurde, in totaliteit, ongeveer twintig minuten per persoon. Het experiment werd afgenomen achter een computer met behulp van het computerprogramma E-prime. Het experiment werd afgenomen in een rustige afgesloten omgeving om afleiding zoveel mogelijk te beperken. De proefpersonen maakten het experiment individueel en in een rustige omgeving. Voor aanvang van het experiment kreeg men duidelijke instructies over wat er verwacht werd van de proefpersoon. Men kreeg ook eerst 24 oefentrials om vertrouwd te raken met de methode. Voor iedere trial kreeg men een fixatiepunt (***) 500 milliseconden aangeboden in het centrum van het scherm. Op dit zelfde punt werd na het fixatiepunt een stimulus aangeboden voor maximaal 3000 milliseconden. Als men niet reageerde voor deze 3000 milliseconden waren verstreken kreeg men te zien dat men te laat was met reageren. Als men een fout antwoord gaf kreeg men de feedback dat er foutief was geantwoord. Deze feedback bleef 1000 milliseconden in beeld. De proefpersoon moest op de stelling reageren door te antwoorden met de toetsen “Z” en “M”. Als men een stelling als waar wilde betitelen diende men de M in te toetsen, als men de stelling als niet waar beschouwde drukte men op Z. Na elke 100 trials kreeg men een pauze en feedback over de prestaties tot dusverre. Als men meer dan 15 procent fout had beantwoord kreeg de proefpersoon te lezen dat hij/zij beter moest proberen te presteren. Hadden ze minder dan 5 procent fouten gemaakt dan kregen de proefpersonen te horen dat ze het uitstekend deden.

Resultaten Experiment 1

De gemiddelde reactietijden van de proefpersonen op de experimentele targets staan vermeld in Tabel 1. in milliseconden, daarnaast staat per conditie het percentage

fouten. De reactietijden op foute antwoorden op de targets zijn weggelaten uit de analyse. De gemiddelden laten wel een klein verschil zien in reactietijd, maar niet in de voorspelde richting en ze verschillen niet genoeg van elkaar om van een effect te kunnen spreken. Middels een paired sample t-test hebben we elke conditie onderling vergeleken. Voor de onomkeerbare primeconditie vergeleken met de omkeerbare primeconditie leidt dit tot $t(29) = -1,175, p = .250$. De onomkeerbare primeconditie vergeleken met de controle primeconditie, $t(29) = -.075, p = .940$. De omkeerbare primeconditie vergeleken met de controle primeconditie leidt tot $t(29) = .980, p = .335$. Geen significante resultaten werden gevonden tussen de gemiddelde reactietijden op de condities.

De paarsgewijze vergelijking tussen het percentage fouten in de condities leverde de volgende gegevens op. Het percentage fouten uit conditie 1 vergeleken met conditie 2 levert een $t(29) = .915, p = .368$. Het percentage fouten uit de onomkeerbare primeconditie in vergelijking met de controle primeconditie levert een T-waarde op van $t(29) = .713, p = .482$. Een vergelijking van de omkeerbare primeconditie en de controle primeconditie levert een Y-waarde op van $t(29) = .000, p = 1.000$. Op het aantal fouten per conditie werd eveneens geen significant resultaat gevonden.

Belangrijk om te vermelden is dat voor dit experiment de scores zijn verwijderd wanneer er fout werd gereageerd op de target. Tevens werd er in de analyse een grens gesteld bij twee standaarddeviaties van het gemiddelde. Scores extremer dan twee standaarddeviaties zijn verwijderd. Verwacht werd dat scores extremer dan twee standaarddeviaties te wijten zijn aan onoplettendheid of afleiding. Over alle condities genomen komen daarmee 92 scores te vervallen, wat een percentage is van 4,1 procent. Per conditie bedragen de percentages als volgt: 4,8

procent voor de onomkeerbare conditie, 4 procent onomkeerbaar en 3,5 procent voor de controleconditie.

Tabel 1.

Gemiddelde reactietijden per conditie (RT in milliseconden) en
Het percentage fouten per conditie (PE). Experiment 1.

Conditie	RT	PE
Onomkeerbaar	1016,63	4,8
Omkeerbaar	1039,96	3,7
Controle	1018,34	3,7

Wanneer we de reactietijden op de targets buiten beschouwing laten wanneer er foutief is gereageerd op het eerste deel van het paar, dan komen we tot de volgende gemiddelde reactietijden vermeld in Tabel 2. Hoewel de reactietijden enigszins verschillen van de analyse met foute antwoorden op de primes levert een Paired sample t-test geen significante resultaten op: voor de onomkeerbare primeconditie met de omkeerbare primeconditie leidt dit tot $t(29) = -.482, p = .633$. De onomkeerbare primeconditie vergeleken met de controle primeconditie, $t(29) = .334, p = .741$. De omkeerbare primeconditie vergeleken met de controle primeconditie leidt tot $t(29) = .757, p = .455$. Ook in dit geval werden er geen significante resultaten gevonden.

Ook in dit geval werd er een grens gehanteerd van twee standaarddeviaties van het gemiddelde. Omdat nu ook de targets niet meer meetellen wanneer er fout is geantwoord op de primezin, komen er nu logischerwijs ook meer scores te vervallen: 329 in totaal, wat een percentage is van 14,6 procent op het totaal. Voor de condities

afzonderlijk bedragen de percentages: 12, 4 procent onomkeerbaar, 18 procent omkeerbaar en 13,5 procent voor de controle conditie.

Tabel 2.

Gemiddelde reactietijden per conditie (RT in milliseconden),
zonder foutieve primes. Experiment 1

Conditie	RT
Onomkeerbaar	1013,95
Omkeerbaar	1023,94
Controle	1006,69

Experiment 2

Omdat er in het eerste experiment geen significant effect werd gevonden is het niet relevant om de derde hypothese te toetsen waarin we kijken naar een effect van lag-afstand tussen de experimentele trials. Het is zeer onwaarschijnlijk dat we in dit geval wel een effect zouden vinden. In plaats daarvan passen we het eerste experiment wat aan om de power van het eerste experiment te vergrootten.

Proefpersonen

Voor dit tweede experiment hebben we gebruik gemaakt van 18 proefpersonen afkomstig uit de eerste vier jaar van de opleiding Psychologie aan de Erasmus Universiteit van Rotterdam. Deelname was vrijwillig en als beloning kreeg men een

half uur course credit. Deelnemers aan dit tweede experiment hadden niet deelgenomen aan het eerste experiment.

Stimuli

In dit tweede experiment maakten we gebruik van dezelfde stimuliset als in het eerste experiment. Ook hier maakten we gebruik van de targets die worden voorafgegaan door verschillende soorten primes. In dit geval waren dit de onomkeerbare en controleconditie bekend uit het eerste experiment. De fillers bleven eveneens hetzelfde. Verschil met het eerste experiment was dus dat we alleen de onomkeerbare primeconditie en de controle primeconditie gebruikten. Om aan de voorwaarden van counterbalancing te voldoen hebben we twee versies van het experiment gemaakt. De eerste groep proefpersonen kreeg de eerste 37 stimuli uit de conditie onomkeerbaar, de tweede groep de laatste 37 stimuli uit de onomkeerbare groep. Voor de controle stimuli was dit precies omgekeerd. Elke proefpersoon kreeg dus 37 stimuli uit de conditie onomkeerbaar, en 37 uit de controlegroep aangevuld met 150 filler stimuli paren, waarvan de verhouding true – false nog steeds hetzelfde was als in het eerste experiment. Om het aantal experimentele stimuli voor beide groepen gelijk te houden is er één experimentele stimulus verwijderd. Dit was de stimulus waarop in het eerste experiment de meeste fouten werden gemaakt. Het aantal stimuli waarop positief geantwoord diende te worden is 250 tegenover 200 waarop negatief geantwoord diende te worden. Zoals eerder al vermeld dachten wij niet dat deze verhouding leidt tot een sterkere neiging tot positief reageren. De stimuli bestonden wederom uit paren evenals in het eerste experiment. De primestimuli werden allemaal gevolgd door een targetstimuli.

Procedure

Aan de procedure is niets veranderd ten opzichte van het eerste experiment. De totale duur van dit tweede experiment bedroeg gemiddeld 20 minuten.

Resultaten experiment 2

De gemiddelde reactietijden van de proefpersonen op de experimentele target stimuli, dus de omkeerbare en de controleconditie staan weergegeven in Tabel 3. In de eerste rij staat de gemiddelde reactietijd van de proefpersonen op de onomkeerbare target stimuli, met daarachter het gemiddelde percentage fouten dat de proefpersonen maakten op de onomkeerbare target stimuli. In de tweede rij staat de gemiddelde reactietijd op de Controle target stimuli, met daarachter wederom het gemiddelde percentage fouten dat men maakte op deze stimuli. Het verschil tussen de reactietijden op beide target condities bedraagt 5,17 milliseconden. Dit verschil is overigens niet in de voorspelde richting, omdat we verwachten dat men trager is op de onomkeerbare conditie. Als we beide groepen (onomkeerbare target stimuli vs. Controle target stimuli) vergelijken in een Paired sample t-test dan levert dit de volgende gegevens op: $t(17) = -.195, p = .848$. Dit resultaat geeft duidelijk aan dat de twee condities niet significant van elkaar verschillen.

Als we kijken naar het percentage fouten dat men maakt op beide condities dan zien we dat dit een verschil is van 0,6 procent. Als we de condities vergelijken in een Paired sample t-test dan levert dit op: $t(17) = -.743, p = .468$. Ook in dit geval een allesbehalve een significant verschil.

Als gevolg van foute antwoorden en een grens van twee standaarddeviaties zijn uit dit experiment 48 scores verwijderd, een totaal percentage

van 3,6 procent. Voor de onomkeerbare conditie werd 4,2 procent van de scores verwijderd, voor de controleconditie bedroeg dit percentage 3 procent.

Tabel 3.

Reactietijden in Milliseconden inclusief foute primes
Percentage fouten per conditie.

Conditie	RT	PE
Onomkeerbaar	1041,36	3,8%
Controle	1046,53	3,2%

Wanneer we de Target stimuli weglaten uit de analyse wanneer er fout is gereageerd op de voorgaande prime stimuli, dan levert dit de gemiddelde reactietijden op die weergegeven staan in Tabel 4. Het verschil in gemiddelde reactietijd tussen beide condities is nu 6,38 milliseconden, dit verschil is opvallend genoeg nu wel in de voorspelde richting. De tragere reactietijd is voor de onomkeerbare conditie. Wanneer we de condities nu met elkaar vergelijken met een paired sample t-test dan krijgen we de volgende resultaten: $t(17) = .212$, $p = .835$. Ondanks het verschil in reactietijden is het bij lange na niet voldoende om te spreken van een significant resultaat.

In totaal werden uit deze analyse 153 scores verwijderd omdat er fout werd geantwoord of omdat de scores extremer waren dan de twee standaarddeviaties, dit is een percentage van 11,5 procent. Voor de onomkeerbare conditie was het percentage 11,1 procent en voor de controleconditie 11,9 procent.

Tabel 4.

Reactietijden in Milliseconden zonder foute primes

Conditie	<u>RT</u>
Onomkeerbaar	1044,90
Controle	1038,52

Experiment 3

Gezien het feit dat het tweede experiment, evenals het eerste, geen voorspelde resultaten heeft opgeleverd, rest ons de taak om te onderzoeken waarom we geen effect hebben kunnen vinden. Om te onderzoeken of het niet kunnen vinden van een effect te maken heeft met het huidige stimuli bestand, voerden we dit derde experiment uit. Dit experiment moet aantonen of de stimuli uit de voorgaande experimenten wel effectief waren. Als de stimuli effectief zijn, dan verwachten we in dit geval een priming effect te vinden.

Proefpersonen

Voor dit derde experiment zijn wederom 30 proefpersonen getest. Alle proefpersonen waren afkomstig uit de eerste drie jaar van de opleiding Psychologie aan de Erasmus Universiteit van Rotterdam en kregen als beloning voor deelname course credit. De 30 proefpersonen die meededen aan dit tweede experiment hebben niet deelgenomen aan het eerste en tweede experiment.

Stimuli

In dit experiment kreeg men dezelfde targets aangeboden als in experiment 1. Het verschil is echter dat uit de experimentele prime conditie alleen de controle primezinnen in combinatie met de targetzinnen werden aangeboden. Om te bekijken of sprake is van een priming effect werden de helft van de zinnen na elkaar aangeboden, in de congruente conditie en de andere helft van de stimuli werd met een niet congruente targetzin aangeboden. In de congruente conditie kreeg men bijvoorbeeld de controlezin: *een krant kun je doorbladeren*, gevolgd door de targetzin: *een krant kun je lezen*. In de incongruente zin kregen de proefpersonen de zin: *een sinaasappel kun je rollen* gevolgd door de targetzin: *een krant kun je lezen*. In totaal kreeg men 74 experimentele stimuli waarvan dus de helft congruent en de andere helft incongruent is. Om het aantal stimuli in beide condities gelijk te houden is er één experimentele stimulus verwijderd uit de lijst. De stimulus waarop in het eerste experiment de meeste fouten werden gemaakt is daardoor wederom verwijderd. De 74 experimentele stimuli werden verder aangevuld met dezelfde filler stimuli uit het eerste experiment, dus 150 filler stimulusparen, ook hiervan was telkens de helft congruent en de andere helft incongruent. In totaal werden er dus 224 x 2 stimuli aangeboden. De verhouding van true – false antwoorden was identiek aan de verhouding uit het eerste experiment, met als enige verschil dat er een positief antwoord minder was als gevolg van het verwijderen van een experimentele stimuli. De verhouding tussen de congruente en de incongruente stimuliparen lag in dit experiment op 50/50. 112 congruente paren om 112 incongruente paren. Om counterbalancing te garanderen werden er twee versies van het experiment gemaakt. Groep 1 kreeg de eerste 37 experimentele stimuli congruent aangeboden en de andere 37 incongruent. Groep 2 kreeg de stimuli precies andersom aangeboden, dus de eerste

37 experimentele stimuli incongruent en de andere 37 congruent. Voor de duidelijkheid zullen we de incongruente paren: ongeprimed noemen en de congruente paren geprimed. De geprimede conditie is dus de conditie waarin de zinnen met hetzelfde onderwerp direct na elkaar volgen.

Procedure

De procedure van dit derde experiment verschilt niet van het eerste en het tweede experiment. Ook dit experiment had een totale duur van gemiddeld 20 minuten per proefpersoon.

Resultaten Experiment 3

De gemiddelde reactietijden op de experimentele targetstimuli van de proefpersonen op dit experiment staan weergegeven in Tabel 5. In de eerste rij staat de gemiddelde reactietijd op de geprimede targetstimuli, ofwel de controlezinnen uit het eerste experiment gevolgd door een congruente paarzin, het onderwerp van de eerste zin is gelijk aan het onderwerp van de tweede zin. In de tweede rij staat de gemiddelde reactietijd op de ongeprimede controle targetstimuli uit het experiment. Het onderwerp in de eerste aanbieding is anders dan in de zin die hierop volgt. Zoals te zien is in tabel 2, is er een verschil in de gemiddelde reactietijd op de geprimede en de ongeprimede targetstimuli. Het verschil bedraagt 75,96 milliseconden tussen beide condities. Wanneer we een paired sample t-test uitvoeren op data van de geprimede en de ongeprimede conditie dan levert dit de volgende gegevens op: $t(29) = -2,848$, $p = .008$. Op basis van deze uitkomst kunnen we stellen dat de gemiddelde reactietijden op beide condities significant van elkaar verschillen. Men reageert sneller op geprimede targetstimulusparen dan ongeprimede target stimulusparen.

Als we kijken naar het gemaakte aantal fouten per conditie dan levert dit geen significante resultaten op. De proefpersonen maakten op de geprimeerde targetstimulusparen gemiddeld 5,05 procent fouten, voor de ongeprimeerde target stimulusparen is die 4,5 procent: $t(29) = -.501, p = .62$.

Uit deze analyse zijn in totaal 106 scores weggelaten omdat zij niet binnen de grens van twee standaarddeviaties vielen of omdat er fout was gereageerd. Dit is een percentage verwijderde scores van 4,8 procent. Voor de geprimeerde conditie bedroeg het percentage verwijderde scores 5 procent, voor de ongeprimeerde conditie was dit 4,5 procent.

Tabel 5.

Gemiddelde reactietijden experiment 2.
(RT in milliseconden)

Conditie	RT	PE
Congruent	1045,15	5,05
Incongruent	1121,11	4,5

Wanneer we de targets buiten beschouwing laten wanneer er op de primes foutief is geantwoord, dan levert dit de gemiddelde reactietijden op die vermeld staan in Tabel 6. Dit is een verschil tussen de condities in gemiddelden van 73,33 milliseconden: $t(29) = -2,902, p = .007$. Ook in dit geval luidt de conclusie dat men significant sneller reageert op de geprimeerde paarzinnen dan op de ongeprimeerde paren.

Uit deze analyse zijn 281 scores verwijderd omdat ze te extreem of fout waren, een percentage van 12,7 procent. Voor de geprimeerde conditie afzonderlijk was dit percentage 13,2 procent, voor de ongeprimeerde conditie 12,1 procent.

Tabel 6.

Gemiddelde reactietijden experiment 2, zonder foutieve primes.
(RT in Milliseconden)

Conditie	RT
Geprimeerd	1036,81
Ongeprimeerd	1110,14

Discussie

We hebben in ons onderzoek geen effect kunnen vinden voor semantische flexibiliteit in onze verificatietaak. De verwachting was dat we bewijs zouden vinden voor semantische flexibiliteit in een modaliteit georiënteerd onderzoek. Eerdere ervaring met een concept blijkt in dit experiment echter geen effect te hebben op latere activatie van hetzelfde concept. Het aanbieden van een concept dat niet overeenkwam met het eerder aangeboden concept leidde niet tot langere reactietijden. Wanneer men een onomkeerbare prime stimulus als “*een fles kan breken*” kreeg aangeboden gevolgd door de target zin “*een fles kan rollen*”, dan was men niet langzamer met reageren dan wanneer we een controle primezin als “*een fles kun je vullen*” lieten voorafgaan aan de target zin “*een fles kan rollen*”. Dit gold eveneens voor de omkeerbare conditie. Deze bevindingen gaan in tegen onze verwachtingen die

voorspelden dat men langzamer zou zijn met het verifiëren van de onomkeerbare targetzinnen. Om de power van het eerste experiment te vergrootten hebben we een tweede experiment uitgevoerd, maar ook deze leverde geen significant resultaat op.

Om er zeker van te zijn dat de gebruikte stimuli wel effectief waren hebben we een derde experiment uitgevoerd, waarin een duidelijk priming effect naar voren kwam. Primezinnen die werden gevolgd door targetzinnen met hetzelfde onderwerp zorgden voor snellere reactietijden dan wanneer het onderwerp van de primezin niet overeenkwam met de targetzin. Hieruit blijkt dat het niet vinden van een resultaat in de eerste experimenten niet aan de stimuli ligt, de reacties op de experimentele stimuli zijn in dit onderzoek zoals verwacht. De eerste primezin activeert het onderwerp, en wanneer het daarna nogmaals wordt aangeboden dan is het onderwerp nog actief in het geheugen waardoor het verifiëren van de nieuwe zin sneller gaat (Neath & Surprenant, 2003).

De gevonden resultaten in het eerste en tweede experiment zijn tegenstrijdig aan eerder gedaan onderzoek zoals dat van Zwaan et al. (2002), waarin een effect werd gevonden wanneer een aangeboden afbeelding niet overeenkwam met een eerder aangeboden zin. Verschil met dit onderzoek is dat er een afbeelding werd getoond in plaats van een zin. Bovendien werd er een duidelijke link gelegd tussen de afbeelding en de zin. Men moest aangegeven of het object in het plaatje voorkwam in de eerder genoemde zin. In ons experiment was deze relatie niet zo expliciet. Men moest enkel aangeven of de zin waar was of niet. Er werd geen verband gegeven tussen de eerste en de tweede aanbidding. Mogelijke oorzaak voor het niet vinden van een significant verschil in reactietijden is dat de proefpersonen zich vooral richten op hun taak om zo snel mogelijk en correct te reageren op de aangeboden stimulus. Doordat men hun aandacht focust op het uitvoeren van de taak is het misschien

mogelijk dat men zich totaal niet bezighield met een mogelijke relatie tussen de zinnen onderling. Men leek zich in ieder geval niet bewust van de onomkeerbare relatie tussen de primes en de targets.

Andere beschreven onderzoeken naar de rol van sensormotorische systemen bij cognitie, komen eveneens niet overeen met onze resultaten (e.g. Glenberg & Kaschak, 2002). Feit is wel dat deze onderzoeken zich vooral richten op beweging in hun stimuli, vaak door middel van het aanbieden van plaatjes om aan te tonen dat men interne simulaties maakt van situaties en dat de opslag modaal is. Ons onderzoek maakt echter gebruik van enkele visueel aangeboden zinnen, waarin beweging allesbehalve centraal staat. Het zou zo kunnen zijn dat men in dat geval geen interne simulatie maakt. Van de proefpersonen werd verwacht dat ze zo snel mogelijk reageren op een zin, wellicht is men sneller met het verifiëren van een zin dan dat men een interne simulatie maakt van de beschreven situatie. Dit zou impliceren dat het maken van een interne representatie van een beschreven situatie langer duurt dan het verifiëren van een zin, en dat men sneller beslist dan dat men de zin omzet in een modale representatie.

Vanuit de invalshoek van de semantische flexibiliteit (e.g. Tabossi, 1988) kunnen we concluderen dat semantiek dermate flexibel is dat het geen directe hinder ondervindt van niet verenigbare zinnen. In de onderzoeken naar semantische flexibiliteit werd ondermeer aangetoond dat context erg belangrijk is bij het ophalen van informatie. In ons onderzoek bleek echter dat wanneer men een niet overeenkomstige zin direct aanbiedt na een zin met hetzelfde onderwerp de context blijkbaar nog geen invloed heeft op het reactievermogen van de proefpersonen. De context in beide zinnen is immers niet overeenkomstig.

Voor toekomstig onderzoek is het wellicht raadzaam om hetzelfde onderzoek uit te voeren, met als verschil dat de targets nu als afbeeldingen worden weergegeven. In plaats van te verifiëren of de targetzin waar of niet waar is, zal men dan moeten bevestigen of het plaatje over hetzelfde onderwerp gaat als de primezin, een opzet die we ook zien in het onderzoek van Zwaan et al. (2002). Als de oorzaak van het niet vinden van een resultaat is dat men de zin te snel overleest dan kunnen we er ook voor kiezen om de zinnen anders aan te bieden, bijvoorbeeld auditief. Als we de zinnen helder en duidelijk auditief aanbieden, dan denkt de proefpersoon er misschien meer over na, en heeft hij meer de tijd om een simulatie te maken van hetgeen hem ter ore komt. In dit opzicht zou het wellicht ook een optie zijn om de zin woord voor woord in beeld te brengen. Op deze manier heeft men ook meer tijd om de stimulus te verwerken en in zich op te nemen. Men zou nu langer de tijd hebben om een interne simulatie te maken, waardoor we wellicht wel een interferentie effect vinden wanneer we een onomkeerbare stimulus aanbieden.

Referenties

- Barclay, J. R., Bransford, J. D., Franks, J. J., McCarrell, N. S., & Nitsch, K. (1974). Comprehension and semantic flexibility. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 471-481.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-660.
- Barsalou, L. W., Simmons, W. K., Barbey, A. K., & Wilson, C. D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 7, 84-91.
- Collins, A. M., Quillian, M. R. (1969). Retrieval Time from Semantic Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558-565.
- Greenspan, S. L. (1986). Semantic flexibility and referential specificity in concrete nouns. *Journal of Memory and Language*, 25, 539-557.
- Harnad, S. (1990). The Symbol Grounding Problem. *Physica*, 42, 335-346.
- Kintsch, W. (1998). The Representation of Knowledge in Minds and Machines. *International Journal of Psychology*, 33, 411-420.

- Neath, I. , & Surprenant, A. M. (2003). *Human Memory. (2nd Edition)*. Wadsworth (a division of Thomson Learning, Inc.). ISBN 0-534-59562-6
- Pecher, D., Zeelenberg, R., Barsalou, L. W. (2004). Sensorimotor simulations underlie conceptual representations: Modality-specific effects of prior activation. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11* (1), 164-167.
- Solomon, K. O., Barsalou, L. W. (2001). Representing Properties Locally. *Cognitive Psychology*, *43*, 129-169.
- Stanfield, R. A., Zwaan, R. A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, *12* (2), 153-156.
- Tabossi, P. (1988). Effects of Context on the Immediate Interpretation of Unambiguous Nouns. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *14*, 153-162.
- Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. *The Psychology of Learning and Motivation*, *44*, 35-62.
- Zwaan, R. A., Madden, C. J., Yaxley, R. H., & Aveyard, M. E. (2004) Moving words: dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, *28*, 611-619.
- Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. *Psychological Science*, *13*, 168-171.