

Beloningsgevoeligheid en beloningsleren bij kinderen van 6-7 jaar

Alisha Bletterman

S4349652

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Supervisor: Dr. Charlotte Vrijen

Tweede beoordelaar: Dr. Martine Goedendorp

In samenwerking met: Annika Jansen, Frank Weishaupt, Hannah Wijngaarden, Manon

Closier en Lisette Boonstra

10 februari 2023

Reward Sensitivity and Reward Learning among Children Aged 6 and 7

Abstract

Earlier research that used tangible rewards found that children with a high reward sensitivity also learn faster from rewards. However, no research has yet investigated an association between reward sensitivity and reward learning among children younger than 8 years. This bachelor thesis investigated whether there is an association between reward sensitivity and reward learning among children aged 6 and 7. The hypothesis was that there would be a positive association between reward sensitivity and reward learning. Children with a high reward sensitivity show more approach behaviour, and more approach behaviour might mean that children learn faster from rewards. Data were used from 77 children from 7 different primary schools in the Netherlands. Participants completed a questionnaire that measured reward sensitivity through the subjective positive feelings towards rewards, and participated in a computer task. Participants had to find gold coins hidden by an elf in the computer task. Reward learning was measured through the number of gold coins found. Linear regression analysis was used to examine the relationship between reward sensitivity and reward learning. A bootstrap method was used because two of the four assumptions were violated. Results show that there is no association between reward sensitivity and reward learning. It is possible that no association was found, because motivation for rewards was not included in measuring reward sensitivity, although this could play a role in the association. There was also not controlled for the cognitive capacities of children, which might have influenced the number of gold pieces found. Future research is needed to shed more light on the development of reward sensitivity and reward learning throughout childhood and the extent to which there is an association between reward sensitivity and reward learning among children.

Samenvatting

Eerder onderzoek vond bij materiële beloningen dat kinderen met een hoge beloningsgevoeligheid ook sneller leren van beloningen. Echter is nooit onderzoek gedaan naar een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen jonger dan 8 jaar. Deze bachelorscriptie onderzocht of er een samenhang tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren is onder kinderen van 6-7 jaar. De hypothese was dat er een positief verband zou zijn tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Kinderen met een hoge beloningsgevoeligheid hebben namelijk meer benaderingsgedrag. Meer benaderingsgedrag zou kunnen betekenen dat kinderen sneller kunnen leren van beloningen. Aan dit onderzoek hebben 77 kinderen van 7 verschillende basisscholen in Nederland meegedaan. Deelnemers hebben een vragenlijst ingevuld waar beloningsgevoeligheid werd gemeten met de subjectieve positieve gevoelens voor beloningen, en meegedaan aan een computertaak. Bij de computertaak moesten deelnemers een goudstuk vinden die door een elfje was verstopt. Beloningsleren werd gemeten met het aantal gevonden goudstukken. Lineaire regressieanalyse is gebruikt om de relatie te onderzoeken tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Hierbij is een bootstrap methode gebruikt, omdat twee van de vier assumpties werden geschonden. Resultaten lieten zien dat er geen samenhang is tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Mogelijk is er geen verband gevonden, omdat motivatie voor beloningen niet is meegenomen bij het meten van beloningsgevoeligheid, terwijl dit wel een rol zou kunnen spelen in het verband. Daarnaast is er niet gecontroleerd voor de cognitieve capaciteit van de kinderen, wat mogelijk van invloed was op het aantal gevonden goudstukken. Toekomstig onderzoek is nodig om meer verheldering te geven over de ontwikkeling van beloningsgevoeligheid en beloningsleren in de kindertijd, en over in hoeverre er een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen bestaat.

Beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar

Lisa is een meisje van vier dat het leuk vindt om met verschillende soorten speelgoed te spelen. Het liefst speelt zij met alles tegelijk. Omdat zij vaak wisselt tussen de soorten speelgoed waarmee zij speelt wordt haar kamer al snel rommelig. Lisa lijkt dit niet zo erg te vinden, maar haar moeder wel omdat zij het steeds moet opruimen. Haar moeder wil Lisa dan ook leren zelf haar speelgoed op te ruimen. Ze probeert verschillende dingen om Lisa aan te sturen om op te ruimen, maar heeft ontdekt dat Lisa haar kamer het snelst opruimt als zij daarna beloond wordt met een snoepje.

Wat maakt beloningen zo aantrekkelijk? Een beloning is “iets wat gegeven wordt ter erkenning van een dienst, inspanning of prestatie” (Oxford Languages, 2022). Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan materiële beloningen zoals geld, of een nieuwe auto, maar ook aan sociale beloningen zoals een complimentje krijgen. Over het algemeen kan gezegd worden dat beloningen het vermogen hebben om positieve gevoelens in ons op te wekken, wat beloningen aantrekkelijk maakt (Schultz, 2015).

Omdat beloningen positieve gevoelens in ons opwekken, zullen mensen over het algemeen beloningen willen krijgen (Schultz, 2015). Beloningen kunnen hiermee een leereffect in individuen teweegbrengen (Pavlov, 1927), zodat in de toekomst weer beloningen kunnen worden verkregen. Beloningsleren is de mate waarin we leren van de voorwaarden waarin we de vorige keren beloningen hebben gekregen (Berridge, 2000). Om te leren van beloningen is echter actie nodig. De actie die individuen bereid zijn om te nemen voor een beloning wordt ook wel benaderingsgedrag genoemd (Schultz, 2015). Door middel van benaderingsgedrag kan een individu dus leren van beloningen. De voorwaarden van een beloning kunnen individuen leren aan de hand van probabilistische informatie (Gopnik & Wellman, 2012). Dat wil zeggen dat individuen verbanden kunnen zien tussen welke omstandigheden de kans op een beloning vergroten, en welke omstandigheden de kans op een

beloning verkleinen. Lisa leerde bijvoorbeeld dat haar kamer opruimen de kans vergroot dat ze een snoepje krijgt, terwijl haar speelgoed laten staan de kans op een snoepje verkleint.

Hoewel kinderen naarmate ze ouder worden pas echt begrijpen wat de term probabiliteit, oftewel waarschijnlijkheid, concreet betekent (Davies, 1965), begint een vermogen tot beloningsleren al vroeg in kinderen (Duffy et al., 2006). Baby's van zeven maanden hebben al een beginnend besef van probabilistische informatie (Xu & Garcia, 2008) en een beginnend vermogen voor beloningsleren (Tummeltshammer, 2019). Baby's van zeven maanden konden in het onderzoek van Tummeltshammer (2019) bijvoorbeeld sneller leren van hun moeder dan van een vreemde, omdat baby's beloningen aan hun moeder koppelen. Verder konden kinderen van twee jaar al probabilistische informatie toepassen (Waismeyer et al., 2015). In het onderzoek van Waismeyer en collega's (2015) observeerden de kinderen een onderzoeker die herhaaldelijk twee houten objecten legde op een box; een rode cilinder en een blauwe iglo. De box produceerde vaker licht en geluid als de rode cilinder erop werd gelegd, dan als de blauwe iglo erop werd gelegd. De box had naast licht en geluid ook als effect dat er een knikker uit een knikkerdispenser kwam, die was verbonden met de box. De knikker kwam hierbij vaker uit de knikkerdispenser bij de rode cilinder dan bij de blauwe iglo. Na de observaties mochten de kinderen zelf één van de houten objecten leggen op de box. De rode cilinder, die vaker de knikker en licht en geluid als gevolg had, werd vaker door de kinderen gekozen dan de blauwe iglo. De kinderen herkenden dus dat de rode cilinder vaker een 'effect' tot gevolg had dan de blauwe iglo (Waismeyer et al., 2015). Kinderen worden over het algemeen beter in probabilistisch leren, oftewel beloningsleren, als ze ouder worden (Starling et al., 2018). Meisjes zijn sneller en nauwkeuriger in beloningsleren dan jongens (Wang et al., 2017), omdat het brein van jongens en meisjes op verschillende manieren en momenten ontwikkelt (Lenroot et al., 2007). Hoewel zowel kinderen als volwassenen in staat zijn om beloningen te verkrijgen door het toepassen van probabilistische

informatie, hebben volwassenen sneller door onder welke voorwaarden zij de beloning kunnen maximaliseren (Plate et al., 2018).

Doordat beloningen een leereffect in individuen teweeg kunnen brengen (Pavlov, 1927), kunnen beloningen ook worden gezien als een bekrachtiger (Skinner, 1979). Een bekrachtiger is een stimulans dat gegeven kan worden nadat een individu gewenst gedrag heeft laten zien, zodat de kans vergroot wordt dat dit gedrag in de toekomst wordt herhaald (Skinner, 1979). Beloningen kunnen individuen dus ook motiveren tot bepaald gedrag. Echter zijn niet alle beloningen bekrachtigers (Demurie et al., 2012), omdat individuen verschillen in hun denkbeeld over wat een aantrekkelijke beloning is en wat niet (Schultz, 2015). De één vindt een lekkere maaltijd bijvoorbeeld een aantrekkelijke beloning, terwijl de ander liever een avond gaat sporten met vrienden. Ook verschillen individuen in het gevoel wat ze bij beloningen krijgen (Carver & White, 1994; Linke et al., 2010; Simon et al., 2010). De mate van positieve gevoelens die individuen krijgen bij het ontvangen van beloningen wordt ook wel verwoord met de term beloningsgevoeligheid (Carver & White, 1994). Lisa is bijvoorbeeld beloningsgevoelig en wordt heel blij van het krijgen van een snoepje, maar haar vriend Bob is minder beloningsgevoelig en voelt eigenlijk niet zoveel bij het krijgen van een snoepje.

Beloningsgevoeligheid wordt gelinkt aan verschillende verschijnselen. Zo wordt een lage beloningsgevoeligheid gelinkt aan depressieve symptomen (Forbes et al., 2012; Henriques & Davidson, 2000; Luking et al, 2016) en kan een lage beloningsgevoeligheid er onder andere toe leiden dat individuen minder motivatie hebben om beloningen op te zoeken (Pizzagalli et al., 2008). Een lage beloningsgevoeligheid is dus met name negatief. Verder wordt een hoge beloningsgevoeligheid geassocieerd met sociaal gedrag en emotionele intelligentie (Rawal et al, 2013) en betere vriendschapsbanden (Bacon & Corr, 2017). Een hoge beloningsgevoeligheid wordt daarentegen ook geassocieerd met middelenmisbruik

(Bijtebier et al., 2009; van Hemel-Ruiter et al, 2017), delinquent gedrag (Hasking, 2007) en eetbuien en voedselverslaving (Loxton & Tipman, 2017). Een hoge beloningsgevoeligheid kan dus zowel positief als negatief zijn.

Wat weten we tot nu toe uit empirisch onderzoek over het verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren? Verassend genoeg zijn er weinig onderzoeken te vinden die dit verband direct hebben onderzocht. Onder volwassenen lijken er maar drie onderzoeken te zijn gedaan, die allemaal stellen dat er een positief verband is (Chaillou et al., 2017; Locke & Braver, 2008; Simillie et al., 2007). Een positief verband houdt in dat individuen met meer positieve gevoelens voor beloningen ook sneller kunnen leren van beloningen. Onder kinderen zijn er twee studies te vinden die de samenhang onderzoeken; één studie vond hierbij een positief verband (Kohls et al., 2009), maar een andere studie vond geen verband (Demurie et al., 2012). Dit verschil lijkt echter verklaren te zijn door de soort beloning die gegeven werd. Kohls en collega's (2009) onderzochten het verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren met beide sociale en materiële beloningen. Zij vonden dat er alleen een verband bestond wanneer een materiële beloning werd gegeven en niet wanneer een sociale beloning werd gegeven. Dit werd bevestigd in de studie van Demurie en collega's (2012) die sociale beloningen gebruikten en geen verband vonden. Desalniettemin zijn deze onderzoeken gedaan onder kinderen tussen 8 en 12 jaar. Naar mijn beste weten is er nog geen onderzoek gedaan naar een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen jonger dan 8 jaar.

Een theorie die het mechanisme achter beloningsgevoeligheid en beloningsleren kan uitleggen is de *Reinforcement Sensivity Theory* (Gray & McNaughton, 2000). Deze theorie stelt dat er drie neurobiologische systemen de basis vormen voor het gedrag van een individu tegenover motivatie, beloningen en straf. Deze neurobiologische systemen zijn het *Behavioural Activation* systeem (BAS), het *Fight-Flight-Freeze* systeem (FFFS) en het

Behavioural Inhibition systeem (BIS). De BAS reguleert in hoeverre individuen worden gestimuleerd door beloningen of andere aantrekkelijke stimuli en kan benaderingsgedrag in individuen initiëren (Gray & McNaughton, 2003; McNaughton & Gray, 2000). De FFFS reguleert in hoeverre mensen een vecht, vlucht of bevries houding aannemen ten opzichte van bedreigende of andere negatieve stimuli (Bijttebier et al., 2009). De FFFS kan hiermee vermijdingsgedrag initiëren. Vermijdingsgedrag heeft te maken met acties die individuen nemen om weg te blijven van bedreigende stimuli (Corr, 2013). De BIS organiseert gedrag en houdt een balans tussen belonende en bedreigende stimuli. Het kan worden gezien als een soort mediator tussen de BAS en de FFFS (Bijttebier et al., 2009; Corr, 2013).

Hoewel de BAS, FFFS en de BIS drie verschillende systemen zijn, zijn ze wel afhankelijk van elkaar, omdat ze samen een balans houden in het wel of niet nastreven van beloningen (Gray & McNaughton, 2000). Iemand met een actieve BAS heeft een hoge beloningsgevoeligheid en een verhoogde reactie op beloningen, maar ook meer benaderingsgedrag (Gray & McNaughton, 2003; Simillie et al., 2017). Meer benaderingsgedrag vergroot de kans op het krijgen van beloningen, omdat meer actie wordt ondernomen (Schultz, 2015). Wanneer het belang van een beloning zwaarder weegt dan het vermijden van iets bedreigends, zorgt de BIS ervoor dat de BAS wordt gestimuleerd, terwijl de invloed van de FFFS wordt verminderd (Bijttebier et al., 2009; Corr, 2013). Als voorbeeld kan gedacht worden aan een individu die een presentatie moet geven voor een vak op school, maar heel nerveus wordt van presteren. Dit individu kan dan toch worden gestimuleerd om de presentatie te geven, omdat het halen van het vak opweegt tegen de zenuwen. Wanneer het vermijden van iets bedreigends daarentegen zwaarder weegt dan een beloning zorgt de BIS ervoor dat de FFFS meer wordt gestimuleerd, terwijl de invloed van de BAS wordt verminderd (Bijttebier et al., 2019; Corr, 2013). Wanneer de presentatie bijvoorbeeld alleen maar een bonuspunt op het eindcijfer oplevert, kan het individu van het voorgaande voorbeeld

er juist voor kiezen de presentatie niet te geven, omdat de zenuwen opwegen tegen het bonuspunt. Wanneer een beloning wel of niet wordt nagestreefd, is dus afhankelijk van de aanwezige stimuli (Simillie et al., 2017). Kennis over welke stimuli een beloning opleveren en welke niet komt tot stand door probabilistisch leren, oftewel beloningsleren (Gopnik & Wellman, 2012).

Huidig onderzoek

In deze bachelorscriptie heb ik onderzoek gedaan naar een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar. Hierbij zijn materiële beloningen gebruikt (zie methode). De onderzoeksvraag is: Bestaat er een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar? Onderzoek naar deze samenhang is relevant, omdat dit tot nu toe nog niet direct is onderzocht in zulke jonge kinderen. Dit onderzoek is dan ook bedoeld als explorerend onderzoek. Kennis over een eventuele samenhang kunnen bijdragen aan kennis in hoe kinderen reageren op beloningen en hoe ze van beloningen leren. Dit zou uiteindelijk kunnen bijdragen aan het effectievere gebruik van beloningen in bijvoorbeeld het onderwijs. Ik verwacht dat er een positief verband zal zijn tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Met andere woorden, dat iemand met veel positieve gevoelens voor beloningen ook sneller zou leren van beloningen. Dit verband is namelijk in eerder onderzoek met materiële beloningen onder kinderen tussen de 8 en 12 jaar gevonden (Kohls et al., 2009). Ook heeft een individu met een actieve BAS, oftewel hoge beloningsgevoeligheid, een verhoogde reactie op beloningen en meer benaderingsgedrag (Gray & McNaughton, 2003; Simillie et al., 2017), wat beloningsleren ten goede kan komen (Schultz, 2015; Simillie et al., 2017). De verwachting is dus dat kinderen met een hoge beloningsgevoeligheid meer benaderingsgedrag hebben en hiermee sneller kunnen leren van beloningen.

Methode

Steekproef

De deelnemers van dit onderzoek bestonden uit 84 kinderen van 6-7 jaar en 15 leerkrachten. De kinderen en leerkrachten kwamen uit acht klassen van zeven basisscholen in Noord- en Oost-Nederland. Een poweranalyse in G*power 3.1 (power ingesteld op 0.80 en $\alpha=.05$), eerder gedaan door de hoofdonderzoeker Dr. Vrijen (Vrijen, Ackermans & Bosma, 2020), liet zien dat er minimaal 55 deelnemers nodig zijn om een effect van gemiddelde grootte te kunnen vinden.

Procedure

Deze scriptie was deel van een groter onderzoek waarin onderzoek werd gedaan naar beloningsgevoeligheid, optimisme en mentaal en sociaal functioneren onder kinderen van 6-7 jaar (Vrijen, Ackermans & Bosma, 2020). De dataverzameling is eerder gedaan door twee groepen bachelor studenten. Het eerste deel van de data is verzameld in het voorjaar van 2021 en het tweede deel van de data is verzameld in het voorjaar van 2022.

De schoolklassen zijn verworven via docenten die telefonisch, via email of via sociale media benaderd zijn. Deze docenten ontvingen eerst een informatieformulier en daarna een toestemmingsformulier. Nadat de docenten toestemming hadden gegeven zijn de ouders van de kinderen gecontacteerd. Ook zij hebben een informatie- en toestemmingsformulier ontvangen. Nadat de ouders toestemming hadden verleend zijn de kinderen op de dag van het onderzoek zelf ook mondeling gevraagd om toestemming. Hierbij is de kinderen zo goed mogelijk uitgelegd wat er van hen verwacht werd en uitgelegd dat ze op elk moment mochten stoppen. Alleen kinderen die, naast de toestemming van docenten en ouders, zelf ook nog toestemming hadden gegeven zijn meegenomen in het onderzoek. Dit onderzoek is goedgekeurd door de Ethische Commissie van de afdeling Pedagogische Wetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen onder referentienummer 04032020. De data is opgeslagen op beveiligde drives van de Rijksuniversiteit Groningen. De gegevens van de deelnemers zijn

gepseudonimiseerd om privacy van de deelnemers te waarborgen.

De onderzoekers werkten allemaal met een vooraf opgesteld draaiboek om elk kind hetzelfde te behandelen. De kinderen werden één voor één uit de klas gehaald en in een aparte ruimte met een onderzoeker neergezet. Voor het hoofdonderzoek zijn in totaal twee computertaken en drie vragenlijsten onder de kinderen afgenomen. Gezien de jonge leeftijd van de kinderen werden de instructies van de computertaken eerst door de onderzoeker gedemonstreerd. Ook heeft de onderzoeker de vragen van de vragenlijst mondeling onder de kinderen afgenomen en de antwoorden op de vragenlijst voor de kinderen ingevuld. Vervolgens controleerde de onderzoeker of het kind de opdracht of de vraag goed heeft begrepen. Tot slot was er een korte vragenlijst voor de leerkrachten, waarin zij voor elk kind vragen beantwoordden over het mentaal en sociaal functioneren van het kind.

Het onderzoek heeft in totaal ongeveer 30-40 minuten per kind gekost. Na het onderzoek zullen de kinderen als onderdeel van de goudstukkentaak een presentje hebben gekregen en als onderdeel van de ballonnentaak twee stickers hebben gekregen. De vragenlijst voor leraren kostte ongeveer 5-10 minuten per kind. Leerkrachten kregen als dank voor hun deelname een cadeaubon van €40 waarmee zij iets voor de klas konden kopen.

Instrumenten

Beloningsgevoeligheid

Beloningsgevoeligheid is gemeten met een verkorte versie van *de Children's Pleasure Scale* (Kazdin, 1989), welke te vinden is in bijlage A van dit document. Deze vragenlijst meet hoe blij kinderen worden van situaties die over het algemeen als belonend worden ervaren. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het winnen van een spelletje, of horen dat je iets goed hebt gedaan. Beloningsgevoeligheid wordt gemeten met behulp van een 3-punt Likert schaal met de keuzemogelijkheden (1) heel blij, (2) blij, en (3) maakt niet uit. Er was nog een vierde mogelijkheid, namelijk (4) kind begrijpt de vraag niet. Deze laatste optie werd echter

niet aan het kind voorgesteld, maar vulde de onderzoeker in als hij/zij het vermoeden had dat het kind de vraag niet had begrepen. Om het wat begrijpelijker voor de kinderen te maken is een grote kaart met drie smileys gebruikt die emoties van heel blij naar neutraal uitdrukten (zie figuur A1 in bijlage A). De kinderen konden vervolgens antwoord geven op de vragen door mondeling antwoord te geven, of door de gepaste smiley aan te wijzen. Voordat de vragenlijst werd afgenomen hebben de onderzoekers uitleg gegeven over de betekenis van de smileys en vervolgens met de kinderen geoefend. Tijdens het oefenen werden de smileys in tegengestelde volgorde als bij de uitleg weergegeven en werd een voorbeeldvraag gesteld. Er werd pas gestart met de vragenlijst als de kinderen de betekenis van de smileys correct konden toepassen. Met andere woorden, de vragen werden pas gesteld als duidelijk was dat de respons van de kinderen overeen kwam met wat de smileys uitdrukten.

De vragenlijst is eerder gebruikt onder 6-jarige kinderen, maar is niet gevalideerd voor deze leeftijdsgroep (Kazdin, 1989). Voorafgaand aan de dataverzameling hebben de hoofdonderzoekers (Vrijen, Ackermans & Bosma, 2020) de vragenlijst aangepast. De vragenlijst is hierbij simpeler en korter gemaakt en vertaald naar het Nederlands, omdat de originele vragenlijst erg lang was (39 items), en niet alle vragen even toepasselijk en begrijpelijk voor onze doelgroep zou zijn (bijvoorbeeld; je hoort je leraar opscheppen tegen de directeur wat een goede leerling je bent). Met behulp van item-totaal score correlaties is vervolgens bepaald welke vragen het meest relevant en te doen voor de kinderen zou zijn. Uiteindelijk zijn er 8 items geselecteerd, waarbij alle verschillende aspecten van de originele vragenlijst (fysieke genoegdoening, sociale genoegdoening en andere vormen van genoegdoening) zijn meegenomen. Vooraf is de aangepaste vragenlijst getest door 5 ouders met hun kinderen van 6 en 7 jaar. Ouders hadden geconstateerd dat de vragenlijst begrijpelijk en te doen was voor hun kinderen. Een voorbeeld van een vraag in de vragenlijst is “Iemand die je heel aardig vindt vraagt of je mee gaat spelen”. Deze aangepaste vragenlijst had in de

steekproef van deze scriptie een Cronbach's alfa van .68. Volgens de literatuur is een betrouwbaarheid tussen .60 en .70 twijfelachtig (Nunally & Bernstein, 1994; Hair et al., 2015). Voor de regressieanalyse is het gemiddelde van de score op de aangepaste versie van de *Children's Pleasure Scale* gebruikt. Alle items op de vragenlijst zijn hierbij eerst gehercodeerd om ervoor te zorgen dat een hoge score op de schaal ook een hoge beloningsgevoeligheid betekent.

Beloningsleren

Beloningsleren is getest met behulp van de *PL Gold Coin Task* (Plate et al., 2018), welke iets is aangepast voor dit onderzoek. De precieze aanpassingen staan beschreven in het studieprotocol van het hoofdonderzoek (Vrijen, Ackermans en Bosma, 2020). In deze scriptie zal de *PL Gold Coin Task* de goudstukkentaak worden genoemd. De goudstukkentaak is een taak om beloningsleren te meten in de vorm van een computerspelletje. De taak is geprogrammeerd op E-Prime (versie 2.0; Psychology Software Tools, 2013) en werd afgenomen op een laptop. Het doel van deze taak was om kinderen een goudstuk te laten vinden die door een elfje verstopt was onder 1 van de 6 stenen. Deze taak werd in totaal 120 keer herhaald, zodat de kinderen maximaal 120 goudstukken konden vinden. Na 60 trials werd een korte pauze ingelast. De plaats van het goudstuk was 75% (90/120) van de keren onder één specifieke steen, 10% (12/120) onder twee specifieke stenen, 5% (6/120) van de keren onder een andere specifieke steen en dus nooit onder de resterende twee stenen. Dat de plaats van het goudstuk op deze manier was verdeeld wisten de kinderen niet toen ze aan de goudstukkentaak begonnen, dit moesten ze zelf uitvinden. De plaats waar het goudstuk het meeste onder lag werd willekeurig bepaald voor elk kind. Het kind moest de steen aanklikken met de muis op de laptop waaronder hij/zij dacht dat het goudstuk lag en kreeg, als het kind correct had gekozen, het goudstuk onder die steen te zien, of kreeg, als het kind foutief had gekozen, de goede plaats van het goudstuk te zien. Tijdens deze test werd gemeten hoe snel

de kinderen doorhadden onder welke stenen zij het muntje het beste konden vinden. Met andere woorden, hoe snel kinderen doorhadden dat het muntje meestal onder steen A ligt, soms onder steen B, maar nooit onder steen D. Om het effect van beloningsleren te meten werd de kinderen aan het begin van de test verteld dat zij na de test een cadeautje mochten uitzoeken uit één van de drie boxen. Als zij veel muntjes hadden gevonden mochten ze kiezen uit box 3, waar het grootste cadeau in zou zitten. Box 2 zou een kleiner cadeautje hebben en box 1 het kleinste cadeau. Om te bepalen hoe snel kinderen leren van beloningen was het nodig dat de kinderen geloofden dat zij een groter cadeau zouden krijgen als zij veel goudstukken vonden. Echter kreeg elk kind na deelname te horen dat hij/zij het goed had gedaan en mocht uit box 3 kiezen.

Voordat de kinderen begonnen met de taak kregen ze instructies van de onderzoeker en werd hen, om te kijken of ze de test begrepen hadden, gevraagd of ze de taak in eigen woorden aan de onderzoeker konden uitleggen. Wanneer dit te ingewikkeld was werden deze specifieke vragen gesteld: “Hoe zoek je naar de gouden munten?”, “Wat zie je op het scherm als je een muntje onder een steen hebt gevonden?” en “Wat zie je op het scherm als je de verkeerde steen hebt aangeklikt?”. In totaal duurde de test, inclusief pauze, ongeveer 12 minuten.

Statistische analyse

Om te kijken naar in hoeverre er een verband bestaat tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren is een lineaire regressieanalyse gedaan. Beloningsleren was hierbij de afhankelijke variabele en beloningsgevoeligheid de onafhankelijke variabele. Omdat meisjes nauwkeuriger zijn in beloningsleren dan jongens (Wang et al., 2017) en omdat kinderen naarmate ze ouder worden beter worden in beloningsleren (Starling et al., 2018) wordt in dit onderzoek ook gekeken of gender en leeftijd een invloed hebben op het verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Er zal bij de regressieanalyse dus ook worden

gecontroleerd voor leeftijd en gender. De analyses zijn gedaan met behulp van het statistische programma SPSS (versie 28.0.1.1; IBM SPSS Statistics, 2022). Voordat aan de lineaire regressieanalyse werd begonnen zijn de aannames voor een lineaire regressieanalyse gecheckt. De gecontroleerde aannames zijn lineariteit, normaliteit, homoscedasticiteit, multicollineariteit en onafhankelijkheid. Lineariteit is gecontroleerd met een spreidingsdiagram tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabele. Normaliteit is gecontroleerd met een QQ-plot van de geobserveerde en voorspelde waarden van beloningsgevoeligheid en beloningsleren en met een histogram van de gestandaardiseerde residuen en frequenties. Homoscedasticiteit is gecontroleerd met een spreidingsdiagram van de gestandaardiseerde residuen en voorspelde waarden. Multicollineariteit is gecontroleerd met behulp van de *Variance Inflation Factor (VIF)*. De VIF moest hierbij lager dan 5 zijn (Dodge, 2008). Tot slot is er ook gecontroleerd of er uitbijters zijn met behulp van Cooks distance. Cooks distance moest hierbij lager zijn dan 1 (Cook & Weisberg, 1982).

Resultaten

Beschrijvende statistieken

De totale steekproef bevatte 84 kinderen. Van deze steekproef zijn zeven kinderen uit de dataset gehaald. Vier van deze kinderen waren namelijk ouder dan 7, een ander kind wilde halverwege de computertaak stoppen, iemand anders was blijven zitten en had de test per ongeluk twee keer gemaakt en tenslotte is er ook een tweelingbroer uit de dataset gehaald. De uiteindelijke steekproef bestond dus uit $N=77$ kinderen waarvan 53.25% (41/77) jongens en 46.75% (36/77) meisjes. De gemiddelde leeftijd is ongeveer 6 jaar en 10 maanden ($M=6.83$; $SD=0.41$).

In Tabel 1, Figuur 1 en Figuur 2 zijn de beschrijvende statistieken van de afhankelijke en de onafhankelijke variabele afgebeeld. Hierbij is beloningsleren de afhankelijke variabele en beloningsgevoeligheid de onafhankelijke variabele. Beloningsleren is uitgedrukt als het

totaal aantal verdiende goudstukken en beloningsgevoeligheid is uitgedrukt met de gemiddelde score op de vragenlijst. De range van het totale aantal goudstukken is vrij breed. Het totale aantal goudstukken dat verdiend kon worden was 120. Het minst aantal gevonden goudstukken was 27 (Tabel 1), dit is 22.50% van het totaal. Het meest aantal gevonden goudstukken was 84 (Tabel 1), dit is 70% van het totaal. Gemiddeld zijn er ongeveer 68 goudstukken verdiend door de kinderen (Tabel 1), dit is 56.67% van het totaal. De totaalscore van de goudstukkentaak is linksscheef verdeeld (Figuur 1). Dit houdt in dat de kinderen relatief hoog scoorden op de goudstukkentaak.

Het gemiddelde op de beloningsgevoeligheid vragenlijst is 2.46 (Tabel 1). Dit houdt in dat de kinderen gemiddeld blij tot heel blij werden van beloningen. Er waren twee kinderen met de minimale score van 1.50 op de beloningsgevoeligheid vragenlijst (Tabel 1). Het gevoel voor beloningen zat voor deze kinderen dus tussen ‘blij’ en ‘maakt niet uit’ in. De twee kinderen met de minimale score vormen 2.5% van de totale steekproef. Er waren tien kinderen met de maximale score van 3 op de beloningsgevoeligheidsvragenlijst (Tabel 1). Deze kinderen werden dus ‘heel blij’ van beloningen. De kinderen die maximaal hadden gescoord vormen 12.99% van de totale steekproef. De gemiddelde score op de beloningsgevoeligheidsvragenlijst van de kinderen is links licht scheef verdeeld (Figuur 2). Dit houdt in dat veel kinderen relatief hoog hebben gescoord op de beloningsgevoeligheidsvragenlijst en dus ‘blij’ tot ‘heel blij’ werden van beloningen.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken Beloningsleren en Beloningsgevoeligheid

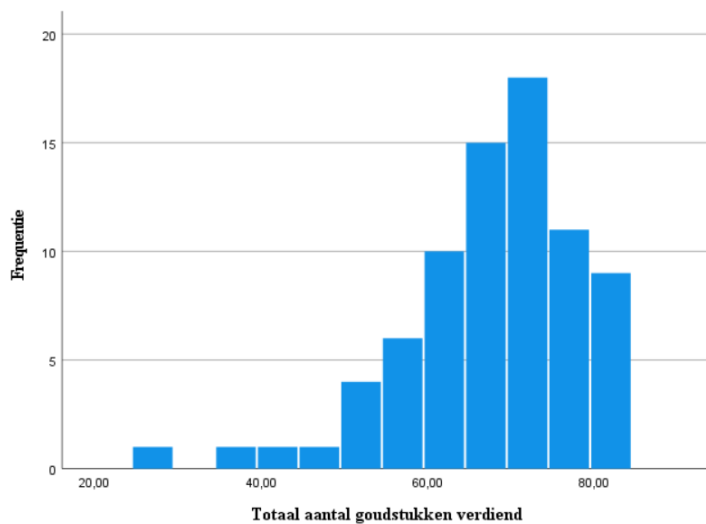
	<i>N</i>	<i>Range</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Gemiddelde</i>	<i>SD</i>
Beloningsleren ^a	77	57	27	84	67,77	10,96
Beloningsgevoeligheid ^b	77	1,50	1,50	3	2,46	0,39

^aTotaal aantal goudstukken verdiend bij de goudstukkentaak

^b Score van de aangepaste *Children's Pleasure Scale*. Antwoordopties: (1) maakt niet uit, (2) blij en (3) heel blij

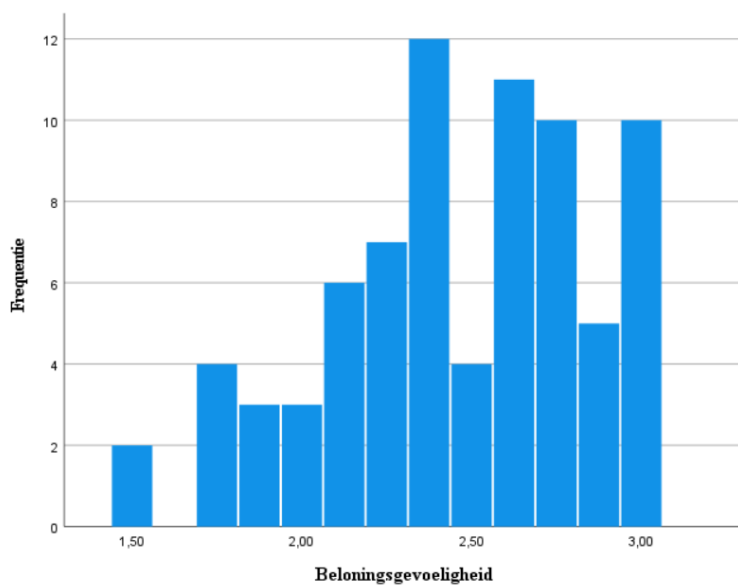
Figuur 1

Totaalscore Beloningsleren (Aantal Goudstukken Verdiend)



Figuur 2

Gemiddelde Score Beloningsgevoeligheid



Aannames lineaire regressie analyses

De figuren van de assumptiechecks zijn in bijlage B te vinden. Aangezien er veel andere redenen kunnen zijn voor afhankelijkheid is het lastig uit te sluiten dat deze niet is geschonden. Na verwijdering van één van de tweelingbroers en verwijdering van de tweede afname van een ander kind waren er echter geen aanwijzingen meer voor afhankelijkheid. De assumpties lineariteit (figuur B1) en multicollineariteit zijn niet geschonden. De VIF moest bij multicollineariteit lager dan 5 zijn ($VIF=1.00$). Normaliteit (figuur B2 en figuur B3) en homoscedasticiteit (figuur B4) zijn daarentegen wel geschonden. Verder waren er geen uitbijters, Cooks distance moest lager dan 1 zijn ($Cooks\ distance=0.213$). Omdat de resultaten mogelijk vertekend zijn als niet aan de assumpties van een lineaire regressieanalyse is voldaan (Johnson, 2001), is een bootstrap methode gebruikt. Hierbij zijn de p-waarden en betrouwbaarheidsintervallen geschat met 10000 bootstrap steekproeven.

Uitkomsten analyse

In Tabel 2 zijn de correlaties te vinden tussen beloningsleren, beloningsgevoeligheid, gender en leeftijd. Geen van de variabelen hadden een significante correlatie.

Tabel 2

Spearman's Correlatietabel tussen Beloningsleren, Beloningsgevoeligheid, Gender en

Leeftijd

<i>Variabele</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Beloningsleren	1			
2. Beloningsgevoeligheid	.06	1		
3. Gender	-.02	-.20	1	
4. Leeftijd	.15	-.09	.01	1

Noot: *p <.05

In Tabel 3 zijn de uitkomsten van de regressieanalyse te zien. Het verband tussen beloningsleren en beloningsgevoeligheid, waarbij gecontroleerd is voor gender en leeftijd, is niet significant.

Tabel 3

Uitkomsten Regressieanalyse tussen Beloningsleren en Beloningsgevoeligheid, waarbij gecontroleerd is voor Gender en Leeftijd

Variabele	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>BCa 95% BHI</i>	<i>p-waarde</i>
Beloningsgevoeligheid	0,99	3,95	[-6.61, 8.48]	0,81
Gender	1,27	2,52	[-3.49, 6.22]	0,62
Leeftijd	3,20	3,05	[-2.47, 9.43]	0,30

^a*BCa 95% BHI = Bias-Corrected and accelerated 95%-betrouwbaarheidsinterval*

Noot: alle p-waarden zijn geschat op basis van 10000 steekproeven

Noot: * $p < .05$

Discussie

In deze bachelorscriptie werd onderzocht of beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar een samenhang met elkaar hebben. De hypothese was dat er een positief verband zou zijn tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Dit verband was namelijk eerdere gevonden onder kinderen van 8-12 jaar voor materiële beloningen (Kohls et al., 2009). Verder heeft iemand met een hoge beloningsgevoeligheid een verhoogde reactie op beloningen en meer benaderingsgedrag (Gray & McNaughton, 2003; Similie et al., 2017), wat beloningsleren ten goede kan komen (Schultz, 2015; Similie et al., 2007). Ik verwachtte dus dat kinderen met veel positieve gevoelens voor beloningen, meer benaderingsgedrag hebben en hiermee sneller zouden leren van beloningen. De resultaten kwamen echter niet overeen met de hypothese. Er is dus geen bewijs gevonden voor een samenhang tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar.

Dit resultaat komt overeen met de studie van Demurie en collega's (2012), maar kwam niet overeen met de studie van Kohls en collega's (2009). De methoden van deze onderzoeken verschillen echter op enkele punten van deze scriptie. De deelnemers in deze scriptie waren jonger, namelijk 6-7 jaar, in plaats van 8-12 jaar zoals in de studies van Demurie en collega's (2012) en Kohls en collega's (2009). Een mogelijke verklaring voor het gevonden resultaat zou dus wellicht kunnen liggen aan het leeftijdsverschil, oftewel dat kinderen van 6-7 te jong zijn om een effect voor te vinden. Echter hadden Kohls en collega's (2009) effect van leeftijd meegenomen in hun studie en geen effect gevonden. Dat wil zeggen, zij vonden niet dat er een sterker verband zat tussen oudere kinderen dan tussen jongere kinderen. Tot slot vonden Kohls en collega's (2009) dat er alleen een verband bestaat tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren bij materiële beloningen, en dus niet bij sociale beloningen (Demurie et al., 2012). Toch mat deze scriptie het verband bij materiële beloningen en vond geen verband.

Een mogelijke verklaring kan worden gevonden in de manier waarop beloningsgevoeligheid gemeten is. De *Children's Pleasure Scale* (1989) meet hoe blij kinderen worden van situaties die als belonend worden ervaren. Beloningsgevoeligheid is dus gemeten als de mate van positieve gevoelens die een individu heeft tegenover beloningen. Beloningsgevoeligheid heeft echter meerdere dimensies, waarvan positieve gevoelens hebben voor beloningen maar één aspect is. Beloningsgevoeligheid kan namelijk ook worden geïnterpreteerd als de mate van moeite dat een individu wilt doen voor een beloning, oftewel hoeveel motivatie een individu heeft om een beloning te krijgen (Locke & Braver, 2008). Dit aspect van beloningsgevoeligheid is niet gemeten met de vragenlijst. Volgens Demurie en collega's (2012) zouden positieve gevoelens voor een beloning op zichzelf niet genoeg zijn om sneller te leren van beloningen. Kinderen moeten volgens Demurie en collega's (2012) ook gemotiveerd zijn om zich in te zetten voor de beloning. Dit werd bevestigd in de studie van Kohls en collega's (2009) die wel motivatie hadden meegenomen

en een positief verband vonden, althans voor materiële beloningen. Kinderen die gemotiveerd zijn om beloningen te verkrijgen, zetten zich meer in bij situaties waar een beloning verkregen kan worden en presteren beter op beloningstaken (Wang, 2017).

Een andere mogelijke verklaring voor de niet gevonden samenhang is dat er niet gecontroleerd is voor de cognitieve capaciteit van kinderen, oftewel de capaciteit van kinderen om te leren. Educatie speelt namelijk een rol bij het verkrijgen van de kennis en vaardigheden om probabilistisch te kunnen redeneren (Fischbein & Schnarch, 1997; Lehman, Lempert & Nisbett, 1988), zoals nodig was in de goudstukkentaak. Het vermogen tot probabilistisch redeneren van kinderen had bijvoorbeeld gemeten kunnen worden met de cijfers van de kinderen, omdat die een indicatie kunnen geven over het vermogen van een kind tot probabilistisch redeneren (Chiesy & Morsanyi, 2011). Kinderen met hoge cijfers scoren dan ook beter op probabilistische taken dan kinderen met lage cijfers (Chiesi & Morsanyi, 2011; Handley et al., 2004; Kokis et al., 2002). Het kan dus zijn dat kinderen die een hoge beloningsgevoeligheid hebben alsnog lager hebben gescoord op de goudstukkentaak, omdat zij niet de juiste vaardigheden hadden om de goudstukken op een effectieve manier te vinden.

Binnen deze bachelorscriptie zijn er enkele sterke punten te benoemen. In deze studie werd ten eerste gekeken naar een samenhang tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar. Dit is nog niet gedaan in andere studies. Verder is in het hoofdonderzoek (Vrijen, Ackermans & Bosma, 2020) de *Children's Pleasure Scale* (1989) aangepast om de vragenlijst meer passend te maken voor kinderen van 6-7 jaar. De originele vragenlijst (Kazdin, 1989) bevatte namelijk items die niet goed van toepassing waren op de doelgroep, of waren moeilijk te begrijpen. Ook was de originele vragenlijst erg lang (39 items). Hoewel de betrouwbaarheid van de aangepaste beloningsgevoeligheidsvragenlijst twijfelachtig was (Cronbach's alfa was 0.68) en daar dus nog verbetering in te vinden is,

waren de vragen wel begrijpelijk voor de kinderen. Het was hiermee een stap in de goede richting om een beloningsgevoeligheid vragenlijst te ontwikkelen die geschikt is voor zulke jonge kinderen. Een ander sterk punt is dat de beloningsgevoeligheid vragenlijst onder de kinderen zelf werd afgenomen, in plaats van ouders of leerkrachten de vragenlijst in te laten invullen zoals in andere studies (bv. Bryant & Cuevas, 2022; Kohls et al., 2009; Lertlaldaluck et al., 2020). Op deze manier kan het perspectief van de kinderen nauwkeuriger worden gerepresenteerd.

Verder zijn er binnen deze bachelorscriptie enkele limitaties te benoemen. Ten eerste had deze scriptie genoeg power om een effect van gemiddelde grootte te vinden. Het is dus mogelijk dat er een klein effect was tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren, maar dat deze niet gevonden kon worden. Ten tweede vonden de kinderen de goudstukkentaak, waarbij zij goudstukken die waren verstopt door een elfje moesten vinden, erg lang. Dit ondanks de verkorting van de taak van 200 naar 120 proeven. Het is om deze reden niet volledig uit te sluiten dat bijvoorbeeld vermoeidheid, of een verminderde concentratie een rol hebben gespeeld op het aantal gevonden goudstukken. Ten derde heeft deze scriptie materiële beloningen gebruikt en geen sociale beloningen, dus kan alleen een uitspraak worden gedaan over het effect op materiële beloningen. Tot slot is onbekend tot in hoeverre de kinderen goudstukken hebben gevonden omdat ze probabilistisch redeneren toepasten, of omdat ze goudstukken vonden omdat ze leunden op bepaalde heuristieken zoals intuïtie. Jonge kinderen kunnen namelijk moeilijk herkennen wanneer ze welke regel moeten gebruiken en zijn eerder geneigd om heuristieken zoals intuïtie te gebruiken dan oudere kinderen (Chiesy & Morsanyi, 2011). Het is dus mogelijk dat kinderen meer intuïties hebben gebruikt voor het vinden van het goudstuk, in plaats van met probabilistisch redeneren. Het aantal gevonden goudstukken is dus mogelijk een minder nauwkeurige weerspiegeling van de probabilistische vaardigheden, oftewel beloningsleren, van de kinderen.

Toekomstig onderzoek zou het onderzoek in deze bachelorscriptie kunnen herhalen, maar bij het meten van beloningsgevoeligheid de motivatie van kinderen tot beloningen kunnen meenemen. Onderzoekers zouden bijvoorbeeld kunnen vragen aan de kinderen hoe graag zij de beloning die op het einde verdiend kon worden willen, of vragen hoeveel de kinderen hun best gaan doen voor de beloning. Wellicht is er dan wel een samenhang te vinden tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Ten tweede zou toekomstig onderzoek de aangepaste goudstukkentaak van deze scriptie kunnen gebruiken, maar hierbij het beloningssysteem iets aanpassen. Kinderen zouden bijvoorbeeld na 60 trials een kleine beloning kunnen ontvangen, zoals een sticker. Elk kind krijgt dan, ongeacht prestatie, te horen dat hij/zij goed op weg is, en dat er nog een andere beloning verdiend kan worden door nog meer goudstukken te vinden. De beloning tussendoor kan dus gebruikt worden als extra aanmoediging en motivatie voor de kinderen om door te gaan en hun best te blijven doen voor de beloning op het einde (zie methode). Aangezien de taak als erg lang door de kinderen werd ervaren, maar de taak niet nog meer ingekort kan worden omdat anders geen leereffect meer gemeten kan worden, zou de bovenste suggestie in ieder geval een manier zijn om de taak leuker en motiverender te maken voor de kinderen. Ten derde zou in toekomstig onderzoek gecontroleerd kunnen worden voor cognitieve capaciteiten. Dit zou bijvoorbeeld gemeten kunnen worden met de cijfers van de kinderen. Mochten de kinderen geen cijfers krijgen zou dit bijvoorbeeld ook gemeten kunnen worden met een andere beoordelingsmaat, zoals een onvoldoende/voldoende/goed normering. Ten vierde zou overwogen kunnen worden om de te onderzoeken doelgroep kinderen iets breder te maken, bijvoorbeeld door onderzoek te doen onder kinderen tussen 4 en 12 jaar. Op deze manier kan onderzocht worden hoe de samenhang tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren zich ontwikkelt in de kindertijd. Kinderen worden namelijk over het algemeen beter in beloningsleren, oftewel probabilistisch leren, naarmate ze ouder worden (Starling et al., 2018).

Conclusie

Samenvattend ging deze bachelorscriptie over het verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen van 6-7 jaar. Dit was het eerste onderzoek dat dit verband onderzocht onder kinderen jonger dan 8 jaar. Er is hierbij geen bewijs gevonden voor een samenhang tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren. Mogelijk is er geen verband gevonden, omdat motivatie voor beloningen niet is meegenomen bij het meten van beloningsgevoeligheid, terwijl dit wel een rol zou kunnen spelen in het verband. Daarnaast is er niet gecontroleerd voor de cognitieve capaciteit van de kinderen, waardoor het mogelijk is dat sommige kinderen lager hebben gescoord op de goudstukkentaak, omdat zij niet de juiste vaardigheden hadden om het goudstuk effectief te kunnen vinden. Toekomstig onderzoek, dat de motivatie om een beloning te verkrijgen meeneemt, controleert voor de cognitieve capaciteiten van kinderen en een bredere steekproef kinderen gebruikt zou meer duidelijkheid kunnen geven over dit onderwerp. Op deze manier kan verheldering worden gegeven over de ontwikkeling van beloningsgevoeligheid en beloningsleren in de kindertijd, en over in hoeverre er een verband tussen beloningsgevoeligheid en beloningsleren onder kinderen bestaat.

Referenties

- Bacon, A. M., & Corr, P. J. (2017). Motivating emotional intelligence: A reinforcement sensitivity theory (RST) perspective. *Motivation and Emotion, 41*(2), 254-264.
<https://doi.org/10.1007/s11031-017-9602-1>
- Berridge, K. C. (2000). Reward learning: Reinforcement, incentives, and expectations. *Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory, Vol. 40.* (pp. 223-278). Academic Press.
- Berridge, K. C., Robinson, T. E., & Aldridge, J. W. (2009). Dissecting components of reward: 'liking', 'wanting', and learning. *Current opinion in pharmacology, 9*(1), 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2008.12.014>
- Bijttebier, P., Beck, I., Claes, L., & Vandereycken, W. (2009). Gray's reinforcement sensitivity theory as a framework for research on personality psychopathology associations. *Clinical Psychology Review, 29*(5), 421-430.
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.04.002>.
- Bryant, L. J., & Cuevas, K. (2022). The effects of reward on children's Stroop performance: Interactions with temperament. *Child Development, 93*(1), 17-31.
<https://doi.org/10.1111/cdev.13671>
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology, 67*, 319-333.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Chaillou, A. C., Giersch, A., Hoonakker, M., Capa, R. L., & Bonnefond, A. (2017). Differentiating motivational from affective influence of performance-contingent reward on cognitive control: the wanting component enhances both proactive and

- reactive control. *Biological psychology*, *125*, 146-153.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.03.009>
- Chiesi, F., Primi, C., & Morsanyi, K. (2011). Developmental changes in probabilistic reasoning: The role of cognitive capacity, instructions, thinking styles, and relevant knowledge. *Thinking & Reasoning*, *17*(3), 315-350.
<https://doi.org/10.1080/13546783.2011.598401>
- Cook, R. D., & Weisberg, S. (1982). *Residuals and influence in regression*. New York: Chapman and Hall.
- Corr, P. J. (2013). Approach and avoidance behaviour: Multiple systems and their interactions. *Emotion Review*, *5*(3), 285-290.
<https://doi.org/10.1177/1754073913477507>
- Davies, C. M. (1965). Development of the probability concept in children. *Child Development*, *36*(3), 779-788. <https://doi.org/10.2307/1126923>
- Dayan, P., & Balleine, B. W. (2002). Reward, motivation, and reinforcement learning. *Neuron*, *36*(2), 285-298. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00963-7](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00963-7).
- Demurie, E., Roeyers, H., Baeyens, D., & Sonuga-Barke, E. (2012). The effects of monetary and social rewards on task performance in children and adolescents: liking is not enough. *International journal of methods in psychiatric research*, *21*(4), 301-310.
<https://doi.org/10.1002/mpr.1370>
- Dodge, Y. (2008). *The concise encyclopedia of statistics*. Springer Science & Business Media.
- Duffy, S., Huttenlocher, J., & Crawford, L. E. (2006). Children use categories to maximize accuracy in estimation. *Developmental Science*, *9*(6), 597-603.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00538.x>

- Fischbein, E., & Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 96–105. <http://doi.org/10.2307/749665>
- Forbes, E. E., & Dahl, R. E. (2012). Research Review: altered reward function in adolescent depression: what, when and how?. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(1), 3-15. <https://doi.org/0.1111/j.1469-7610.2011.02477.x>
- Gray, J. A., & McNaughton, N. (2000). *The neuropsychology of anxiety*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Gray, J. A., & McNaughton, N. (2003). The neuropsychology of anxiety. *Psychological Medicine*, 13(1), 1-3. <https://doi.org/10.1017/S0033291700049989>
- Gopnik, A., & Wellman, H. M. (2012). Reconstructing constructivism: causal models, Bayesian learning mechanisms, and the theory. *Psychological bulletin*, 138(6), 1085. <http://doi.org/10.1037/a0028044>
- Hair, J. F., Celsi, M., Money, A., Samouel, P., & Page, M. (2015). *The Essentials of Business Research Methods*. In (3 ed.). New York, NY: Routledge.
- Handley, S. J., Capon, A., Beveridge, M., Dennis, I., & Evans, J. S. B. T. (2004). Working memory, inhibitory control and the development of children's reasoning. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 175–195. <https://doi-org/10.1080/13546780442000051>
- Hasking, P. A. (2007). Reinforcement sensitivity, coping, and delinquent behaviour in adolescents. *Journal of adolescence*, 30(5), 739-749. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2006.11.006>
- van Hemel-Ruiter, M. E., de Jong, P. J., Oldehinkel, A. J., & Ostafin, B. D. (2013). Reward-related attentional biases and adolescent substance use: the TRAILS study. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27(1), 142. <https://doi.org/10.1037/a0028271>

- Henriques, J. B., & Davidson, R. J. (2000). Decreased responsiveness to reward in depression. *Cognition & Emotion*, *14*(5), 711-724.
<http://doi.org/10.1080/02699930050117684>
- IBM SPSS Statistics. (2022). SPSS (Versie 28.0.1.1) [Computerprogramma]. Geraadpleegd van <https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-28011>
- Johnson, R. W. (2001). An introduction to the bootstrap. *Teaching statistics*, *23*(2), 49-54.
- Kazdin, A. E. (1989). Evaluation of the Pleasure Scale in the assessment of anhedonia in children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *28*(3), 364-372. <https://doi.org/10.1097/00004583-198905000-00010>
- Kohls, G., Peltzer, J., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2009). Differential effects of social and non-social reward on response inhibition in children and adolescents. *Developmental science*, *12*(4), 614-625.
<https://doi.org/10.1111/j.14677687.2009.00816.x>
- Kokis, J. V., MacPherson, R., Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2002). Heuristic and analytic processing: Age trends and associations with cognitive ability and cognitive styles. *Journal of Experimental Child Psychology*, *83*, 26–52.
[https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(02\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(02)00121-2)
- Lehman, D. R., Lempert, R. O., & Nisbett, R. E. (1988). The effects of graduate training on reasoning: Formal discipline and thinking about everyday-life events. *American Psychologist*, *43*(6), 431–442. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.43.6.431>
- Lenroot, R. K., Gogtay, N., Greenstein, D. K., Wells, E. M., Wallace, G. L., Clasen, L. S., ... & Giedd, J. N. (2007). Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *Neuroimage*, *36*(4), 1065-1073.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.053>

- Lertladaluck, K., Chutabhakdikul, N., Chevalier, N., & Moriguchi, Y. (2020). Effects of social and non-social reward on executive function in preschoolers. *Brain and Behavior, 10*(9), 1-17. <https://doi.org/10.1002/brb3.1763>
- Linke, J., Kirsch, P., King, A. V., Gass, A., Hennerici, M. G., Bongers, A., & Wessa, M. (2010). Motivational orientation modulates the neural response to reward. *Neuroimage, 49*(3), 2618-2625. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.013>
- Locke, H., & Braver, T. S. (2008). Motivational influences on cognitive control: Behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 8*, 99–112. <https://doi.org/10.3758/cabn.8.1.99>
- Loxton, N. J., & Tipman, R. J. (2017). Reward sensitivity and food addiction in women. *Appetite, 115*, 28-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2016.10.022>
- Luking, K. R., Pagliaccio, D., Luby, J. L., & Barch, D. M. (2016). Reward processing and risk for depression across development. *Trends in cognitive sciences, 20*(6), 456-468. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.04.002>
- McNaughton, N., & Gray, J. A. (2000). Anxiolytic action on the behavioural inhibition system implies multiple types of arousal contribute to anxiety. *Journal of affective disorders, 61*(3), 161-176. [http://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00344-X](http://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00344-X)
- Nakato, E., Otsuka, Y., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Honda, Y., & Kakigi, R. (2011). I know this face: Neural activity during mother'face perception in 7-to 8-month-old infants as investigated by near-infrared spectroscopy. *Early human development, 87*(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2010.08.030>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3 ed.). New York: McGraw-Hill.

Oxford Languages. (z.d.) *Reward*. In *Oxford Languages* Geraadpleegd op 5 februari 2023,
van <https://languages.oup.com/research/oxford-english-dictionary/>

Pavlov P.I. *Conditioned Reflexes*. London: Oxford Univ. Press, 1927.

Pizzagalli, D. A., Iosifescu, D., Hallett, L. A., Ratner, K. G., & Fava, M. (2008). Reduced hedonic capacity in major depressive disorder: evidence from a probabilistic reward task. *Journal of psychiatric research*, 43(1), 76-87.

<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2008.03.001>

Plate, R. C., Fulvio, J. M., Shutts, K., Green, C. S., & Pollak, S. D. (2018). Probability learning: Changes in behavior across time and development. *Child development*, 89(1), 205-218. <http://doi.org/10.1111/cdev.12718>

Psychology Software Tools. (2013). E-prime (versie 2.0) [Computerprogramma].

Geraadpleegd van <https://pstnet.com/products/e-prime-legacy-versions/>

Rawal, A., Collishaw, S., Thapar, A., & Rice, F. (2013). 'The risks of playing it safe': a prospective longitudinal study of response to reward in the adolescent offspring of depressed parents. *Psychological medicine*, 43(1), 27-38.

<https://doi.org/10.1017/S0033291712001158>

Schultz, W. (2015). Neuronal reward and decision signals: from theories to data. *Physiological reviews*, 95(3), 853-951.

<https://doi.org/10.1152/physrev.00023.2014>

Smillie, L. D., Dalgleish, L. I., & Jackson, C. J. (2007). Distinguishing between learning and motivation in behavioral tests of the reinforcement sensitivity theory of personality. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 33(4), 476-489.

<https://doi.org/10.1177/0146167206296951>

Skinner B.F. (1979). *The shaping of a Behaviorist: Part Two of an Autobiography*. New York, Knopf

- Starling, S. J., Reeder, P. A., & Aslin, R. N. (2018). Probability learning in an uncertain world: How children adjust to changing contingencies. *Cognitive development, 48*, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.06.008>
- Tummeltshammer, K., Feldman, E. C., & Amso, D. (2019). Using pupil dilation, eye-blink rate, and the value of mother to investigate reward learning mechanisms in infancy. *Developmental cognitive neuroscience, 36*, 100608. <http://doi.org/10.1016/j.cogdev.2013.07.001>
- Vrijen, C., Ackermans, M. A., Bosma, A., & Kretschmer, T. (2020). Reward responsiveness, optimism, and social and mental functioning in children aged 6-7: Protocol of a cross-sectional pilot study. *JMIR research protocols, 9*(9), e18902. <https://doi.org/10.2196/18902>
- Waismeyer, A., Meltzoff, A. N., & Gopnik, A. (2015). Causal learning from probabilistic events in 24-month-olds: an action measure. *Developmental science, 18*(1), 175-182. <http://doi.org/10.1111/desc.12208>
- Wang, D., Liu, T., & Shi, J. (2017). Development of monetary and social reward processes. *Scientific reports, 7*(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11558-6>
- Xu, F., & Garcia, V. (2008). Intuitive statistics by 8-month-old infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(13), 5012-5015. <http://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.04.006>

Bijlage A - Children's Pleasure Scale (aangepaste versie)

Iemand die je heel aardig vindt vraagt of je mee gaat spelen.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je komt thuis en je hoort dat jullie je lievelingseten gaan eten.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je juf/meester zegt aan het eind van de dag dat je het heel goed gedaan hebt vandaag.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je krijgt op je verjaardag het speelgoed dat je al heel lang wilt hebben.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je speelt je lievelingscomputerspel en haalt de hoogste score.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je gaat naar het verjaardagsfeestje van een goed vriendje en al je vriendjes en vriendinnetjes zijn er.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je papa of mama zegt dat je heel goed zelf je speelgoed hebt opgeruimd.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?)

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Je vriendje/vriendinnetje zegt tegen je dat je zijn/haar allerbeste vriend bent.

Hoe voel jij je als dit bij jou gebeurt? Heel blij [onderzoeker wijst naar eerste smiley], blij [onderzoeker wijst naar tweede smiley] of maakt het je niet zoveel uit [wijst naar derde smiley]?]

- Heel blij
- Blij
- Maakt niet uit
- Kind begrijpt de vraag niet

Figuur A1

Antwoordkaart met smileys



Heel blij



Blij

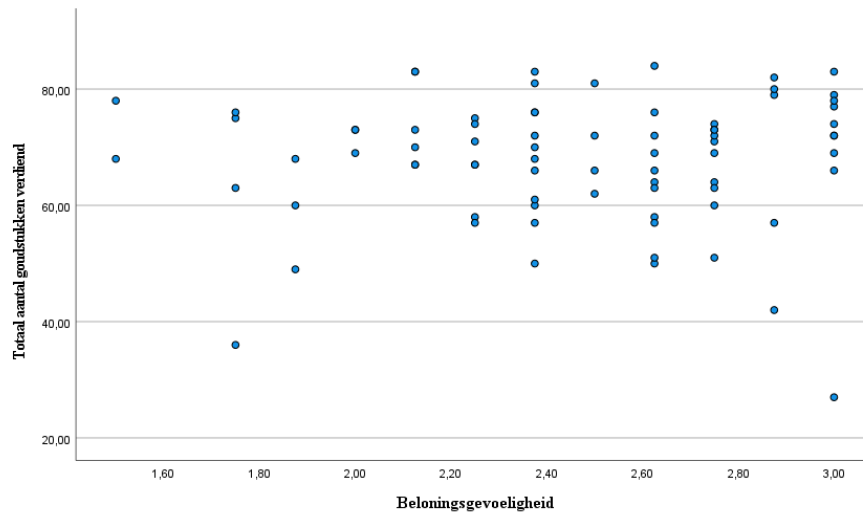


Maakt niet
uit

Bijlage B – Aannames lineaire regressieanalyse

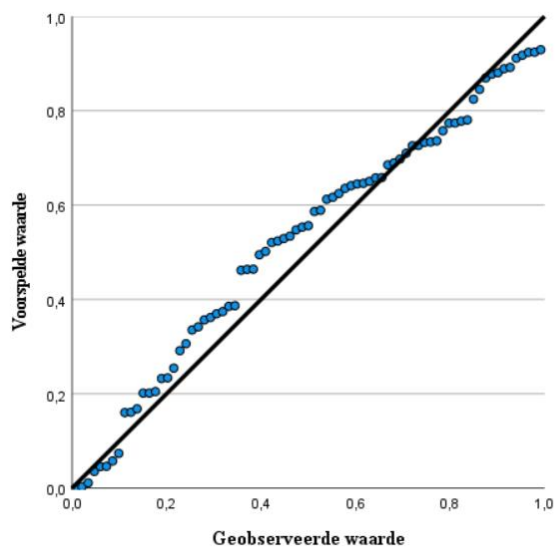
Figuur B1

Spreadingsdiagram Beloningsgevoeligheid en Aantal Goudstukken (Beloningsleren)



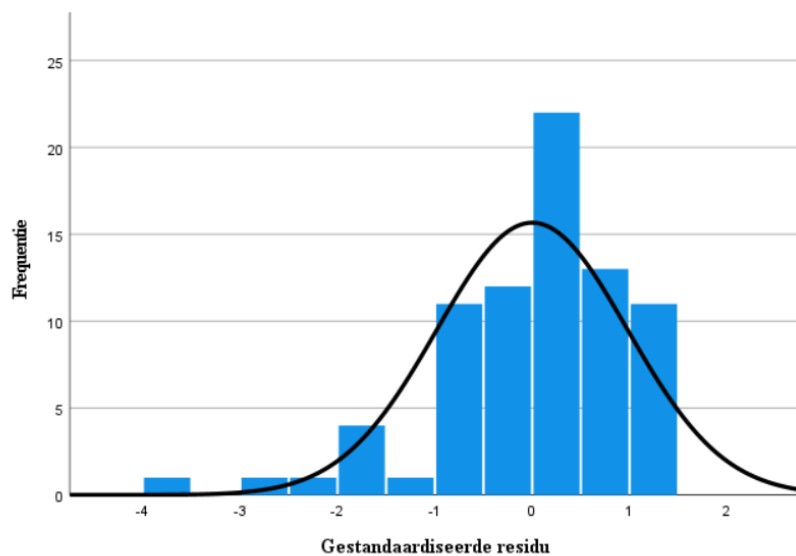
Figuur B2

QQ-plot van de Geobserveerde en Voorspelde Waarden van Beloningsgevoeligheid en Beloningsleren



Figuur B3

Histogram van de Gestandaardiseerde Residuen en Frequentie van Beloningsgevoeligheid en Beloningsleren

**Figuur B4**

Spreidingsdiagram van Voorspelde Waarden versus Gestandaardiseerde residuen voor Beloningsgevoeligheid en Beloningsleren

