

# Executieve functies en hoogbegaafde kinderen: Een kijk op inhibitie.

Joyce H. Kooijman



**1° begeleider**

**LMJ de Sonnevile**

**2° beoordelaar**

**SCJ Huijbregts**

## **ABSTRACT**

De aanleiding voor dit onderzoek is het feit dat hoogbegaafde kinderen in het huidige onderwijs vaak niet tot hun recht komen. Een hoge intelligentie gaat geregeld hand in hand met de vaak ontorechte assumptie dat andere vaardigheden evenredig ontwikkeld zijn. Hierdoor ontstaan irreële verwachtingspatronen en worden niet passende eisen gesteld aan deze kinderen. Zo ook geldt dit voor executieve functies, met alle gevolgen van dien. In dit onderzoek wordt één van de belangrijkste executieve functies, inhibitie, onder de loep genomen. Onderzocht wordt of de inhiberende vaardigheden van hoogbegaafde en normaal begaafde kinderen verschillen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen hot en cool inhibitie en inhibitie in alledaagse situaties. In totaal participeerden 192 kinderen, waarvan 137 normaal begaafd en 55 hoogbegaafd. Oudervragenlijsten, een vragenlijst voor zelfrapportage en een vijftal computertaken zijn afgenomen om de executieve functies in kaart te brengen. Na analyse bleek er geen verschil in zowel hot inhiberende vaardigheden als inhibitie in alledaagse situaties te zijn tussen normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen. Bij cool inhibitie kwam wel een significant verschil naar voren tussen de twee groepen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het inhiberend vermogen van normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen, maar enkel wanneer het contextloze situaties betreft waarbij geen emoties betrokken zijn. Het resultaat is echter niet eenduidig; als een beroep gedaan wordt op het inhiberend vermogen zijn hoogbegaafde kinderen sneller dan normaalbegaafde kinderen, maar ze zijn daarbij wel iets minder nauwkeurig. In contextrijke situaties, zoals bij hot inhibitie en alledaagse situaties, zijn normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen gelijk.

## Inleiding.

In de huidige onderwijspraktijk ziet men nog vaak dat hoogbegaafde kinderen niet optimaal presteren of tot hun recht komen (Hoogeveen, Van Hell, & Verhoeven, 2005; Mooij, Hoogeveen, Driessen, Van Hell & Verhoeven, 2007; Reis & Renzulli, 2010). Onderpresteren, onaangepast gedrag vertonen, stress en onoplettendheid zijn bij deze kinderen veelvoorkomende problemen (Peterson, Duncan, Canady, 2010; Mooij, Hoogeveen, Driessen, Van Hell & Verhoeven, 2007, Reis & Renzulli, 2010, Baum et al. 1998, Leroux & Levitt-Pearlman, 2000), die mogelijk voortkomen uit een verkeerde aanpak op school (Mooij, Hoogeveen, Driessen, Van Hell & Verhoeven, 2007, Reis & Renzulli, 2010). Zowel overschatting als onderschatting van de vaardigheden en kwaliteiten kan hieraan ten grondslag liggen.

Vast staat dat hoogbegaafde kinderen een hoge intelligentie hebben, maar over de executieve functies is niet veel bekend. Hierdoor weet men vaak onvoldoende wat van hoogbegaafde kinderen kan en mag worden verwacht, waardoor onrealistische of niet passende eisen worden gesteld, met alle gevolgen van dien. Aanpassingen op cognitief of leerstofgebied liggen het meest voor de hand en worden veelal ook toegepast (Mooij, Hoogeveen, Driessen, Van Hell & Verhoeven, 2007). Meer informatie over de executieve functies van hoogbegaafde kinderen zou mogelijk kunnen helpen om hen in het onderwijs beter tot hun recht te laten komen door hen ook op dit gebied passend onderwijs te bieden in plaats van enkel op cognitief gebied. In dit onderzoek wordt daarom gekeken naar de executieve functies van hoogbegaafde kinderen in vergelijking met normaal begaafde kinderen. Zijn de executieve functies van hoogbegaafde kinderen beter of minder goed ontwikkeld?

Executieve functies (EF) zijn een verzameling hersenfuncties die zorgen voor de sturing en controle van gedrag (Van Zomeren & Eling, 2009). Mentale flexibiliteit, planning, aandacht en inhibitie zijn vaardigheden die vallen onder de noemer executieve functies, welke samenspel leiden tot doelbewust of doelgericht gedrag (Zelazo, Craik & Booth, 2004; Zelazo & Muller, 2002).

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen de cognitieve aspecten van EF; de cool EF, en de emotionele aspecten; de hot EF (Zelazo & Muller, 2002). Cool EF worden aangesproken bij cognitieve processen en in gedecontextualiseerde situaties en worden

geassocieerd met de dorsolaterale regio's van de prefrontale cortex (Van Zomeren & Eling, 2009). Hot EF zijn betrokken bij emotionele processen en in situaties waarbij motivatie en affect een rol spelen. De orbitofrontale cortex wordt gerelateerd aan hot EF (Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994; Bush, Luu & Posner, 2000; Bechara, 2004).

Intelligentietheoretici hebben het belang van executieve functies vaak benadrukt. Thurstone (1924) definieerde intelligentie als zelfcontrole over instinctieve impulsen en Sternberg (1988) als 'mental self-management' (p. 72). Wechsler (1997) vond dat 'to act purposefully' en 'to think rationally' de belangrijkste elementen van intelligentie waren. Wat is nu de samenhang tussen intelligentie en executieve functies? Ondanks dat het belang van executieve functies voor de intelligentie wordt onderstreept, worden deze met de gangbare intelligentietests niet afdoende gemeten (Ardilla, Pineda & Rosseli, 2000; Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries & Hewitt, 2006). Een hoge score op een intelligentietest zegt dus niet automatisch iets over de ontwikkeling van de executieve functies, simpelweg omdat de intelligentietests geen executieve functies meten.

Hoewel intelligentietests niets zeggen over de executieve functies, worden er veelal wel bewijzen gevonden voor de samenhang tussen intelligentie en EF (Ardilla, Pineda & Rosseli, 2000; Arffa, Lovell, Podell & Goldberg, 1998). Echter, bij executieve functies gaat het om meerdere functies die men van elkaar kan onderscheiden (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000) en niet alle executieve functies zijn zonder meer gerelateerd aan intelligentie (Friedman et al., 2006). In het onderzoek van Friedman et al. (2006) bleek dat werkgeheugen hoog correleerde met intelligentie, maar dit was niet zo bij inhibitie en shifting mental sets. Ook Arffa (2007) vond dat van de zes onderzochte executieve functies, gemeten met de Wisconsin Card Sorting Test, de Stroop Color-Word test, de Fluency Test en de Trail Making Test, vijf van deze functies significant gerelateerd waren aan intelligentie, maar de executieve functie mentale flexibiliteit gemeten met de Trail Making Test niet.

Een hoge intelligentie houdt dus niet automatisch in dat er sprake is van evenredig ontwikkelde executieve functies. Een hoge score op een intelligentietest ook niet. Echter, de verschillende executieve functies kunnen niet over één kam geschoren worden. Dit onderzoek richt zich op één van de belangrijkste executieve functies: inhibitie.

Thurstone (1924) definieerde intelligentie als zelfcontrole over instinctieve impulsen, waarmee hij impliceerde dat het inhiberen van deze impulsen iemand in staat stelt zich rationeel en intelligent aan te passen aan of om te gaan met de omgeving. Inhibitie is dus een

zeer belangrijk component van EF (Carlson & Moses, 2001; Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003). Het is het onderdrukken van automatische of dominante responsen en het blokkeren of negeren van informatie; men remt de respons om informatie op te nemen of te verwerken (Pascual-Leone, 2000). Het vermogen om irrelevante informatie te negeren en afleiding te weerstaan is een belangrijk aspect van intelligentie (Das, 2002). Volgens Johnson, Im-Bolter en Pascual-Leone (2003) is dat een cruciaal verschil tussen normaal begaafden en hoogbegaafden; niet enkel het vermogen om relevante informatie te verwerken, maar ook een verschil in vaardigheid om irrelevante informatie adequaat te negeren. De automatische respons informatie op te nemen wordt geïnhibeerd.

Bestaat er een relatie tussen intelligentie en inhibitie? Volgens Duan (2009) hebben begaafde kinderen betere inhiberende vaardigheden en vertonen zij snellere inhibitie. Het onderzoek van Friedman (2006) wees uit dat inhibitie niet correleerde met intelligentiemetingen. Het tegenovergestelde werd echter bewezen door Polderman et al. (2009). In het onderzoek van Blair & Razza (2007) bleken verschillende aspecten van de zelfregulatie verantwoordelijk voor de variantie in academische prestaties onafhankelijk van de intelligentie. Inhibitie correleerde prominent met zowel reken- als leesvaardigheid. Deze contradictie tussen de onderzoeken impliceert dat er geen eenduidig antwoord is op deze vraag, maar hebben zij überhaupt wel hetzelfde onderzocht?

Het vermogen om irrelevante informatie te negeren is iets anders dan het vermogen gedrag te remmen in dagelijkse situaties, maar beide zijn vormen van inhibitie. Het voorkomen van disinhibitie en onoplettendheid bij hoogbegaafde kinderen wordt veelal gerapporteerd in de schoolse situatie en toegeschreven aan een niet-uitdagende leeromgeving en het geremd worden in hun intellectuele ontwikkeling door autoriteiten zoals leerkrachten (Baum et al 1998; Leroux & Levitt-Pearlman, 2000). In dat geval is inhibitie een gevolg van omgevingsfactoren. Ook het onderscheid tussen hot en cool EF is te maken met betrekking tot inhibitie. Het inhiberen van gedrag in gedecontextualiseerde situaties en cognitieve processen, zoals het niet reageren op een rood blokje op een beeldscherm, is anders dan het inhiberen van gedrag in contextrijke situaties waarbij emoties betrokken zijn, zoals het niet reageren op een brandweerwagen tijdens het maken van een toets of op je beurt wachten. Uit het onderzoek van Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson en Grimm (2009) bleek dat cool EF leerprestaties, leergelateerde gedragingen en inzet voorspellen, maar hot EF niet. Omdat men op basis van de hoge intelligentie van hoogbegaafde kinderen zou verwachten dat alle cognitieve processen beter verlopen dan bij normaal begaafde kinderen, rijst de vraag hoe dit is met betrekking tot emotionele processen en in de context van dagelijkse situaties.

Een beter zicht op de inhiberende vaardigheden van hoogbegaafde kinderen stelt leraren in staat de juiste eisen te stellen en passende verwachtingen te hebben. Derhalve proberen wij in dit onderzoek antwoord te krijgen op de volgende onderzoeksvraag: Is er een verschil in inhibitie tussen hoogbegaafde kinderen en normaal begaafde kinderen? Daarbij maken we onderscheid tussen hot en cool inhibitie en inhibitie in dagelijkse situaties.

# Methoden.

## Procedure

Voor dit onderzoek zijn zowel reguliere basisscholen als Leonardo-scholen voor speciaal onderwijs aan hoogbegaafde kinderen en particuliere plusklassen voor (hoog-)begaafde kinderen aangeschreven met het verzoek mee te werken aan een onderzoek van de Universiteit Leiden betreffende executieve functies. Via de scholen die toestemden hun medewerking te verlenen, zijn de respondenten en hun ouders benaderd middels een brief. In deze brief werd hen gevraagd hun kinderen toestemming te verlenen om deel te nemen aan een onderzoek naar executieve functies bij kinderen. De kinderen van wie de ouders toestemming gaven behoren tot de participanten van dit onderzoek.

Dit specifieke onderzoek naar executieve functies bij hoogbegaafde kinderen is onderdeel van een groter onderzoek naar executieve functies in algemenere zin. Voor het algemene onderzoek zijn vijf meetinstrumenten gebruikt, namelijk taken uit een neuropsychologische testbatterij en vier vragenlijsten. Van de vier vragenlijsten dienden er drie door de ouders ingevuld te worden en was één vragenlijst voor zelfrapportage. De oudervragenlijsten zijn door de scholen van de kinderen gedistribueerd en verzameld. De kinderen kregen de gelegenheid om de vragenlijst voor zelfrapportage in te vullen na het maken van de neuropsychologische test. De neuropsychologische test is bij de kinderen afgenomen op school onder schooltijd in een aparte en rustige ruimte onder begeleiding van een onderzoeker.

De gegevens van alle respondenten en van alle meetinstrumenten zijn samengevoegd tot één dataset. Echter, voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag van dit specifieke onderzoek bij hoogbegaafde kinderen worden de data van slechts één vragenlijst, de BRIEF, en twee taken van de ANT gebruikt. De voor dit onderzoek relevante meetinstrumenten (BRIEF en ANT) komen in dit hoofdstuk aan de orde.

## Respondenten

De steekproef van dit onderzoek bestond uit in totaal 192 kinderen, waarvan 86 jongens (44.8%) en 106 meisjes (55.2%). De leeftijd van de kinderen varieerde van 6.2 tot 12.9 jaar en was gemiddeld 9.4 jaar. De groep normaal begaafde kinderen bestond uit 137 kinderen (71,4%), 70 jongens en 67 meisjes. Hun gemiddelde leeftijd was 9.5 jaar (Min = 6.2, Max = 12.9). De groep hoogbegaafde kinderen bestond uit 55 kinderen, dit was 28.6% van het totale aantal kinderen. De gemiddelde leeftijd van de deze kinderen was 9.3 jaar (Min = 6.4, Max =

12.2). Er namen iets meer hoogbegaafde jongens dan meisjes deel aan het onderzoek, namelijk 36 jongens (65.5%) en 19 meisjes (34.5%). Bij de hoogbegaafde kinderen was in eerder onderzoek een IQ van minimaal 130 vastgesteld.

|        |                 | Sekse      |             | totaal      |
|--------|-----------------|------------|-------------|-------------|
|        |                 | meisje     | jongen      |             |
| Groep  | Normaal begaafd | 67         | 70          | 137 (71.4%) |
|        | Hoogbegaafd     | 19         | 36          | 55 (28.6%)  |
| totaal |                 | 86 (44.8%) | 106 (55.2%) | 192 (100%)  |

Tabel 1: Overzicht van respondenten naar sekse en groep.

## Meetinstrumenten.

### BRIEF

Met de Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) van Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy (2000) kunnen executieve functies op gedragsniveau in kaart worden gebracht voor kinderen van 5 tot en met 18 jaar oud. De vragenlijst bestaat uit 75 beschrijvingen van gedragingen in alledaagse situaties, waarvoor door ouders of leerkrachten aangegeven kan worden of dit bij het kind nooit, soms of vaak voorkomt.

De beschrijvingen of stellingen zijn onder te verdelen in acht schalen op basis waarvan een gedragsregulatie-index, een metacognitie-index en een totaalscore berekend kunnen worden. De index gedragsregulatie, bestaande uit de schalen Inhibitie, Cognitieve flexibiliteit en Emotieregulatie, geeft aan in welke mate het kind beschikt over impulscontrole. De metacognitie-index geeft informatie over het vermogen van het kind om zelfstandig taken uit te voeren en problemen op te lossen op basis van beoordeling van het eigen gedrag en bestaat uit de schalen Initiatief, Werkgeheugen, Planning, Ordelijk en Monitoring. De totaalscore van de BRIEF kan gebruikt worden als een algemene indicatie voor het executief functioneren van het kind (Gioia, Isquith, Retzlaff & Espy, 2002; Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000).

De betrouwbaarheid van de BRIEF is, met de waarde van Cronbach's alpha voor de interne consistentie variërend van .80 tot .98, goed te noemen. Ook op basis van een test-hertest is bepaald dat betrouwbaarheid hoog is voor zowel de schalen als de indexen. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid voor ouders en leerkrachten was matig ( $r = .15 - .50$ ), maar te verwachten door het verschil in de omgeving waarin het kind zich bevindt; thuis of op school (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000). COTAN heeft de BRIEF nog niet beoordeeld.



Voor dit specifieke onderzoek is schaal Inhibitie relevant. Deze schaal, bestaande uit 10 stellingen, wordt in de handleiding als volgt omschreven; “De inhibitieschaal bevat items waarmee gemeten kan worden in welke mate een kind in staat is impulsen te onderdrukken en te stoppen met bepaald gedrag wanneer de situatie dat vereist. Weerstand bieden tegen impulsen, zoals wachten met antwoord geven totdat iemand zijn vraag heeft afgemaakt of geduldig blijven zitten bij een saai toneelstuk, is essentieel voor sociaal aangepast gedrag en wordt ook wel gezien als een kernproces binnen executieve functies.” (Smidts & Huizinga, 2009). Op deze schaal kan een waarde tussen 10 en 30 punten worden gescoord. De stellingen van de BRIEF stellen gedrag voor in een context, waardoor de Inhibitie-schaal geschikt is het inhiberende vermogen in alledaagse situaties een te meten.

## ANT

De Amsterdamse Neuropsychologische Taken (ANT) (De Sonneville, 1999) zijn een gecomputeriseerde set van taken waarmee complexe cognitieve processen, dat wil zeggen aandachts-, geheugen- en executieve functies, geëvalueerd kunnen worden. De ANT wordt zowel in de klinische praktijk als voor wetenschappelijk onderzoek gebruikt voor neuropsychologisch onderzoek bij kleuters, kinderen, jeugdigen, volwassenen en ouderen (De Sonneville, 1999, 2005). De taken van de ANT zijn valide en sensitief, en de betrouwbaarheid van de ANT is bevredigend tot goed (De Sonneville, 2005).

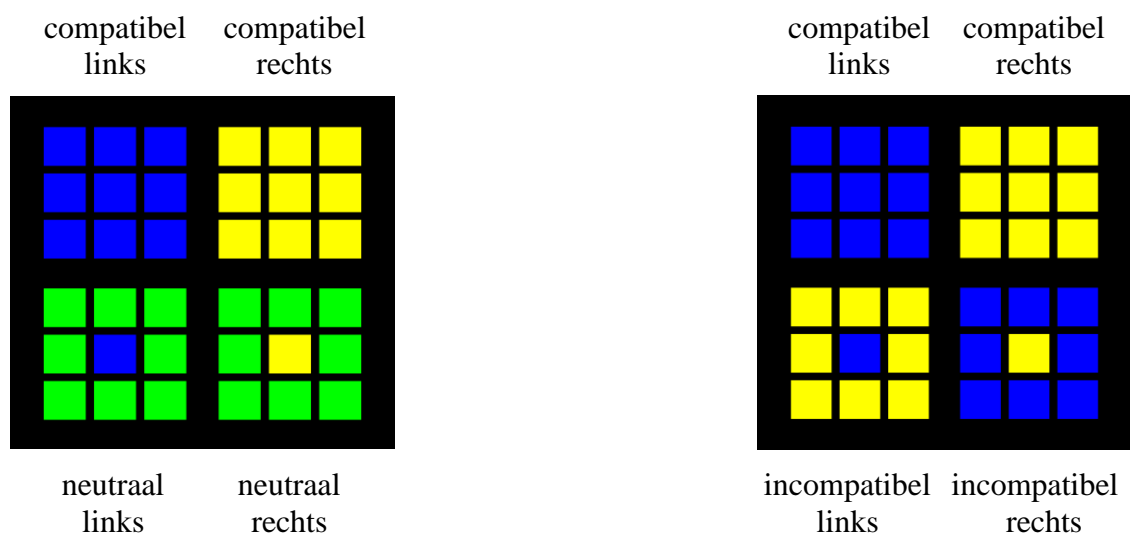
Momenteel bestaat de ANT uit 38 computertaken. Deze worden door de testpersoon individueel gemaakt onder begeleiding van een onderzoeker. Bij de respondenten zijn vijf computertaken afgenomen, namelijk Baseline Speed (BS) als maat voor reactiesnelheid en alertheid, Delay Frustration (DF) voor frustratietolerantie en inhibitie als ‘hot’ EF, Flanker (FL) voor het meten van inhibitie, Pursuit (PU) als maat voor volgehouden aandacht, en Shifting Attentional Set – visual (SSV) voor het meten van inhibitie en attentionele flexibiliteit. Voor het beantwoorden van onze onderzoeksvraag worden de data van de DF en FL gebruikt.

- Delay Frustration (DF): De taak DF is bedoeld om een maat te verschaffen voor de frustratietolerantie; inhibitie als ‘hot’ executieve functie. De frustratietolerantie is geoperationaliseerd als het aantal keer dat een proefpersoon op de muisknop klikt en de gemiddelde duur dat de knop is ingedrukt tijdens een serie onvoorspelbare vertragingperiodes die de voortgang van een eenvoudige taak onderbreken. De eenvoudige taak is zo geprogrammeerd dat het lijkt alsof de computer vastloopt. De proefpersoon wordt hierop voorbereid door de onderzoeker met de opmerking ‘*We hebben gemerkt dat de computer het niet altijd goed doet. Soms lijkt de computer niet*

te merken dat je op een plaatje geklikt hebt en dan zou het kunnen dat je opnieuw moet drukken om door te kunnen gaan. Ok?’ (De Sonneville, 2008).

De taak bestaat uit 55 trials. Er zijn 37 normal delay trials waarbij 1 seconde na de respons de volgende stimulus tevoorschijn komt, 8 short delay trails met een duur variërend van 2 tot 9 seconden en 10 long delay trails met een vaste duur van 16 seconden. Tijdens de long delay trails wordt geregistreerd hoe vaak en hoe lang de respondent op de muisknop klikt om de zogenaamd vastgelopen computer verder te laten gaan.

- Flanker (FL): Bij deze taak wordt telkens een centrale stimulus aangeboden in het midden van het scherm. De kleur van de stimulus is gekoppeld aan de linker of de rechter muisknop; blauw is links, geel is rechts. De stimulus is omringd door acht zogenaamde ‘flankers’. In deel 1 zijn de flankers of dezelfde kleur als de stimulus (compatibel; geel of blauw) of een heel andere kleur (neutraal; groen). De kleur van de flankers zouden de proefpersoon weinig kunnen afleiden. In deel 2 zijn de flankers of compatibel of incompatibel, wat betekent de kleur die gekoppeld is aan de andere antwoordknop. De kleur van de flankers interfereert met de kleur van de stimulus, waardoor de proefpersoon afgeleid kan worden. De irrelevante informatie die de flankers geven moet genegeerd worden. Door het onderdrukken van de respons behorende bij de kleur van de flankers wordt inhibitie geoperationaliseerd.



Figuur 1: Verschillende stimuli van de Flanker-taak.

## Statistische analyses.

Na data-inspectie wordt middels een univariate variantieanalyse (ANCOVA) van de ANT-taak FL onderzocht of er een (significant) verschil is in inhibitie tussen de groep normaal begaafde kinderen en hoogbegaafde kinderen (Moore & McCabe, 2006). Dit op basis van een repeated measures design, waarbij de testleeftijd als covariaat is meegenomen in de analyse. De within-subject (WS) factor Inhibitie wordt geoperationaliseerd als het contrast tussen de taakprestaties op de compatibele en incompatibele condities in deel 2 van taak FL. Er worden twee aparte analyses uitgevoerd met reactietijd respectievelijk aantal fouten als afhankelijke variabele. Als between-subjects (BS) factor wordt de variabele Groep (hoogbegaafd versus normaal begaafd) gebruikt. Hiernaast wordt ook de effectgrootte berekend.

Eveneens wordt een univariate ANCOVA toegepast op de data van de ANT-taak DF. Ditmaal om vast te stellen of er een verschil is in frustratietolerantie tussen de groepen. Deze variabele wordt geoperationaliseerd als het totaal aantal keer dat het kind op de knop drukt gedurende de 10 long-delay trials van elk 16 seconden. Leeftijd wordt ook hierbij als covariaat meegenomen om het verschil in variantie die verklaard kan worden door leeftijd te corrigeren.

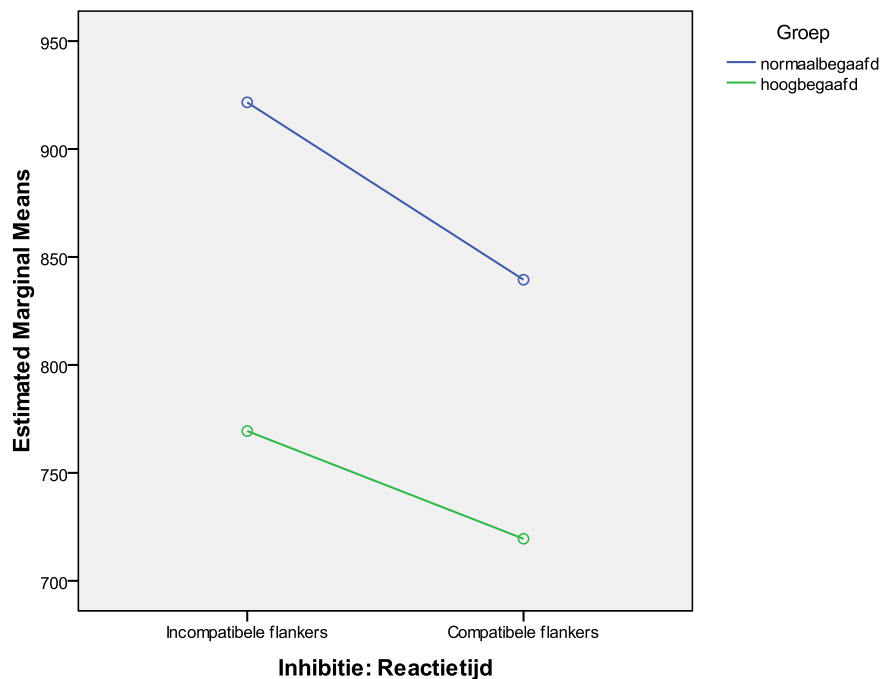
Met behulp van een *t*-toets wordt de Inhibitie-schaal van de BRIEF-vragenlijst onderzocht. De Inhibitie-schaal verschaft informatie over de inhiberende vaardigheden van de kinderen in dagelijkse situaties op basis van ouderrapportage.

## Resultaten.

### Flanker; ‘cool’ inhibitie.

Één respondent heeft door een onbekende reden de Flanker-taak niet gemaakt en wordt derhalve uitgesloten van deze analyses. Er bleven na verwijdering 54 hoogbegaafde respondenten en 137 normaal begaafden over.

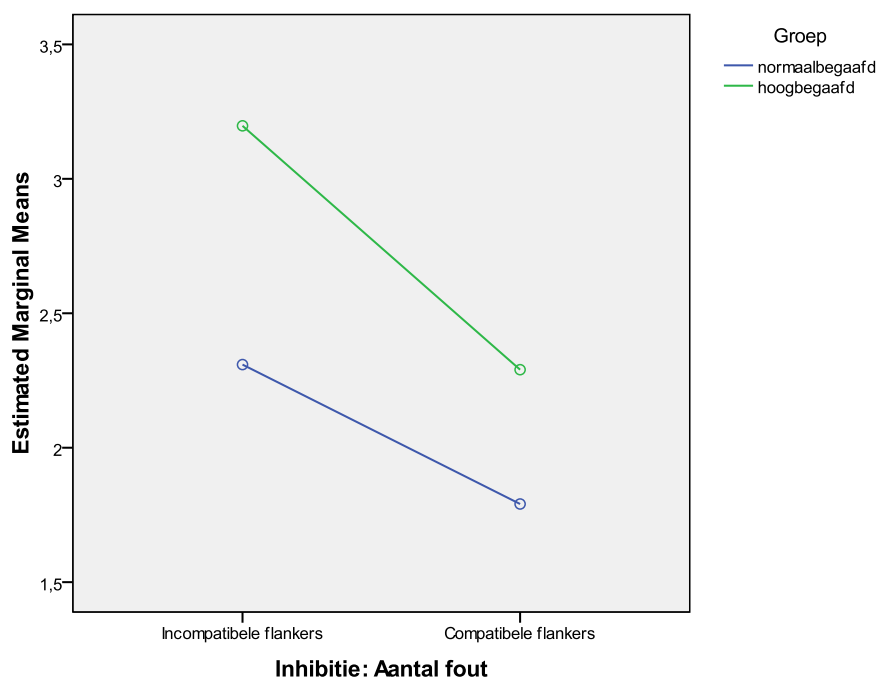
Beide groepen hebben een kortere gemiddelde reactietijd (RT) bij de compatibele flankers ( $M_{\text{hoogbegaafd}} = 728.63$ ,  $SD = 195.87$ ;  $M_{\text{normaal begaafd}} = 835.85$ ,  $SD = 228.808$ ) dan bij de incompatibele flankers ( $M_{\text{hoogbegaafd}} = 779.24$ ,  $SD = 207.09$ ;  $M_{\text{normaal begaafd}} = 917.73$ ,  $SD = 257.82$ ). Het Inhibitie effect, het verschil tussen de compatibele en incompatibele flankers in reactietijd, is significant ( $F(1, 118) = 10.918$ ,  $p = .001$ ,  $\eta_p^2 = .055$ ). Het onderdrukken van de prepotent respons bij de incompatibele flankers, het inhijeren, kost significant meer tijd. Ook is er een significante interactie van Inhibitie x Groep ( $F(1, 118) = 4.995$ ,  $p = .027$ ). De verschillen in reactietijd tussen de groep hoogbegaafde kinderen en normaal begaafde kinderen zijn groter bij de verwerking van incompatibele flankers. Ook het effect van Groep was significant ( $F(1, 118) = 21.84$ ,  $p < .001$ ). De effectgrootte ( $\eta_p^2 = .104$ ) laat zien dat het verband substantieel is. De inhijerende vermogens van normaal begaafde kinderen en hoogbegaafde kinderen zijn ongelijk.



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Age = 9,4315

Figuur 2: Grafiek Inhibitie: Reactietijd o.b.v. Flanker-taak.

Het verschil in aantal fouten op de Flanker-taak tussen de compatibele en incompatibele flankers is niet significant ( $p = .44$ ). Ook was er geen significante interactie tussen Inhibitie en Groep ( $p = .301$ ). De normaal begaafde kinderen maakten gemiddeld 1.79 fouten ( $SD$  1.85) bij de compatibele flankers en 2.31 fouten ( $SD$  2.16) op de incompatibele flankers. De hoogbegaafde kinderen maakten iets meer fouten, gemiddeld 2.3 fouten ( $SD$  2.05) bij de compatibele flankers en 3.2 ( $SD$  2.76) bij de incompatibele flankers. Het verschil tussen de twee groepen is wel significant, maar met een zwak effect ( $F(1, 188) = 4.995, p = .017, \eta_p^2 = .030$ ). De conclusie kan getrokken worden dat hoogbegaafde kinderen iets meer fouten maken dan normaalbegaafde kinderen op deze taak.



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Age = 9,4315

Figuur 3: Grafiek Inhibitie: Aantal fout o.b.v. Flanker-taak.

### Delay Frustration; 'hot' inhibitie.

Middels de ANCOVA, test of Between-Subjects Effects, werd slechts een trend gevonden tussen de groepen in score op de ANT-taak DF ( $F(1) = 3.183, p = 0.076$ ). Gemiddeld drukten de normaal begaafde kinderen ( $N = 137$ ) 126 keer ( $SD$  151.8) op de muisknop tijdens de long delays en dus minder vaak dan hoogbegaafde kinderen ( $N = 55$ ) die dit gemiddeld 173 keer ( $SD$  196.9) deden. De frustratietolerantie van normaal begaafde kinderen en hoogbegaafde kinderen loopt niet ver uiteen.

### BRIEF Inhibitie-schaal; inhibitie in dagelijkse situaties.

De Inhibitie-schaal van de BRIEF maakt het inhiberende gedrag van de respondenten in dagelijkse situaties inzichtelijk. Deze variabele bleek 20 missende waarden te hebben, welke te wijten zijn aan het niet inleveren van de vragenlijsten door ouders. Van de 172 overgebleven respondenten behoorden er 125 (73%) in de groep normaal begaafde en 47 (27%) in de groep hoogbegaafde kinderen. De gemiddelde score van de normaal begaafde kinderen op de Inhibitie-schaal was 14.56 (*SD* 3.946) en van de hoogbegaafde kinderen 15.83 (*SD* 4.493).

Naar aanleiding van de uitkomst van de Levene's Test for Equality of Variances ( $F = 1.626$ ;  $p = .204$ ) werd de  $t$ -toets voor gelijke varianties gebruikt. Uit de  $t$ -toets ( $t(170) = -1.809$ ,  $p = .072$ ) blijkt dat er geen significant verschil is in score op de Inhibitie-schaal van de BRIEF tussen normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen. De inhibitie van normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen in alledaagse situaties is nagenoeg gelijk.

|   | Normaal begaafd |           | Hoogbegaafd |           |
|---|-----------------|-----------|-------------|-----------|
|   | <i>M</i>        | <i>SD</i> | <i>M</i>    | <i>SD</i> |
| ANT: Flanker<br>Reactietijd compatibel        | 835,85          | 228,808   | 728,63      | 195,872   |
| ANT: Flanker<br>Reactietijd incompatibel      | 917,73          | 257,824   | 779,24      | 207,095   |
| ANT: Flanker<br>Fouten compatibel             | 1,79            | 1,849     | 2,30        | 2,052     |
| ANT: Flanker<br>Fouten incompatibel           | 2,31            | 2,158     | 3,20        | 2,757     |
| ANT: Delay Frustration<br>Aantal keer klikken | 126,33          | 151,761   | 172,53      | 196,924   |
| BRIEF<br>Schaalscore inhibitie                | 14,56           | 3,946     | 15,83       | 4,493     |

Tabel 3: Overzicht van de variabelen met gemiddelden en standaard deviaties.

## Discussie.

In dit onderzoek is één van de belangrijkste executieve functies, inhibitie, onderzocht bij normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen van zes tot en met twaalf jaar om antwoord te krijgen op de vraag of het inhiberend vermogen van normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen verschilt. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen cool inhibitie in contextloze situaties, hot inhibitie waar emotie bij betrokken is, en inhibitie in alledaagse situaties.

Hoogbegaafde kinderen en normaal begaafde kinderen bleken niet te verschillen in inhiberend vermogen als het gaat om inhibitie in alledaagse situaties. Vragen als ‘Flapt er impulsief dingen uit’ en ‘Heeft moeite een rem te zetten op zijn / haar gedrag’ worden door de ouders van deze kinderen niet veel anders beantwoord. Ditzelfde geldt voor hot inhibitie. De frustratietolerantie van de twee groepen verschilde nagenoeg niet van elkaar. Het intelligentieniveau heeft in dagelijkse situaties en situaties waarbij emoties betrokken zijn geen invloed op de inhibitie en normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen zullen zich in dergelijke situaties vergelijkbaar manifesteren.

Inhibitie in de zin van het negeren van irrelevante informatie, cool inhibitie, bleek wel onderscheidend te zijn voor de twee groepen. Een verschil in reactietijd tussen de normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen kwam naar voren wanneer de automatische respons om informatie te verwerken moest worden onderdrukt. De hoogbegaafde kinderen reageerden sneller op zowel de compatibele als de incompatibele flankers en het verschil met de normaal begaafde kinderen was significant. De significante interactie tussen Inhibitie en Groep liet zien dat hoogbegaafde kinderen relatief sneller zijn wanneer het aankomt op inhibitie van responsen. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de hoogbegaafde kinderen iets meer fouten maakten dan de normaal begaafde kinderen. Dit significante verschil in aantal fouten is mogelijk te wijten aan de (te) snelle reactie op de stimuli. Het is echter moeilijk te zeggen of inhibitie of slechts een gebrek aan nauwkeurigheid aan dit verschil ten grondslag ligt. Het aantal fouten buiten beschouwing latend, presteren hoogbegaafde kinderen beter op een taak waar cool inhibitie gemeten wordt.

Bovenstaande bevindingen komen overeen met de opvatting van Johnson, Im-Bolter en Pascual-Leone (2003), dat het cruciale verschil tussen normaal begaafden en hoogbegaafden niet enkel het vermogen om relevante informatie te verwerken is, maar met name het

vermogen irrelevante informatie te negeren. Evenals Duan (2009) kwam het verschil in reactietijd naar voren, waardoor de conclusie dat begaafde kinderen niet alleen betere maar vooral snellere inhibitie vertonen wordt gesterkt. Dit geldt echter in ons onderzoek enkel voor cool inhibitie.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek kan gesteld worden dat cool inhibitie gerelateerd kan worden aan intelligentie in tegenstelling tot hot inhibitie en inhibitie in dagelijkse situaties. Dit kan wellicht verklaren waarom er wel relaties worden gevonden tussen cool EF en leerprestaties en niet tussen hot EF en leerprestaties (Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson & Grimm 2009). Een hoge intelligentie en de daarmee samenhangende cool EF maken goede leerprestaties mogelijk.

De contradictie over of inhibitie wel of niet gerelateerd is aan intelligentie, zoals tussen de onderzoeken van Friedman (2006), Duan (2009) en Polderman et al. (2009), bemoeilijkt de vraag eenduidig te beantwoorden. De tegenstrijdigheid is mogelijk te wijten aan de verschillende uitingsvormen van inhibitie. Het onderscheid tussen hot en cool inhibitie en inhibitie in alledaagse situaties is een zeer reëel onderscheid en kan de contradictie in de huidige literatuur mogelijk verklaren. Ook op basis van ons onderzoek kan geen eenduidig antwoord gegeven worden op de vraag of er een verschil in inhibitie tussen normaal begaafde en hoogbegaafde kinderen.

De resultaten van dit onderzoek geven meer inzicht in de executieve functies van hoogbegaafde kinderen. Enkel deze wetenschap kan verbetering van het onderwijs aan deze doelgroep opleveren. Een onderwijsaanbod en aanpak, niet alleen passend bij de intelligentie, maar ook bij de executieve vaardigheden kan hierdoor bewerkstelligd worden.

Echter, enkel informatie over inhibitie is niet voldoende om beter onderwijs aan hoogbegaafde kinderen te bieden. Ook andere executieve functies, zoals planning en aandacht dienen in kaart gebracht te worden, bij voorkeur waar mogelijk eveneens met onderscheid tussen hot en cool EF en EF in alledaagse situaties. Zoals dit onderzoek illustreert is dit onderscheid zeer relevant en geeft dit een completer beeld van de functie.

Dit gezegd hebbende is tevens een implicatie voor verder onderzoek de invloed van de reactiesnelheid van hoogbegaafde kinderen op nauwkeurigheid of het aantal fouten dat zij maken bij een relatief eenvoudige taak. Mogelijk ligt inhibitie hieraan ten grondslag en hebben zij moeite hun snelle maar onjuiste reactie te onderdrukken.

Daarnaast is bij vervolgonderzoek een oriëntatie op de schoolsituatie gewenst. In dit onderzoek is de vragenlijst BRIEF door ouders ingevuld. De interbeoordelaars-



betrouwbaarheid van de BRIEF voor ouders en leerkrachten was echter matig (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000), waardoor de resultaten niet representatief zijn voor het gedrag in de schoolsituatie. Het is echter cruciaal inhibitie in de schoolsituatie in kaart te brengen, aangezien de aanpassingen ook daar moeten plaatsvinden.

## Literatuurlijst.

- Ardila, A., Pineda, D., Rosseli, M. (2000). Correlation between intelligence test scores and executive function measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14, 31 – 36.
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 969 – 978.
- Arffa, S., Lovell, M., Podell, K. & Goldberg, E. (1998). Wisconsin Card Sorting Test Performance in Above Average and Superior School Children: Relationship to Intelligence and Age. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 13, 713 - 720
- Baum, S.M., Olenchak, R.F. & Owen, S.V. (1998). Gifted Students with Attention Deficits: Fact and/or Fiction? Or, Can We See the Forest for the Trees? *Gifted Child Quarterly*. 43, 96 - 104
- Bechara, A. (2004). The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition*, 55, 30 - 40
- Bechara, A., Damasio, A.R., Damasio, H. & Anderson, S.W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*. 50, 7 - 15
- Blair, C. & Razza, R.P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Development*. 78, 647 - 663
- Brock, L.L., Rimm-Kaufman, S.E., Nathanson, L. & Grimm, K.J. (2009). The contributions of ‘hot’ and ‘cool’ executive function to children’s academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24, 337-349
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in the anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Science*, 4–6, 215–222.
- Carlson, S.M. & Moses, L.J. (2001). Individual Differences in Inhibitory Control and Children’s Theory of Mind. *Child Development*. 72, 1032 - 1053
- Das, J.P. (2002). A Better Look at Intelligence. *Current Directions in Psychological Science*. 11, 28 - 33
- De Sonneville L. (2005). Amsterdamse Neuropsychologische Taken: Wetenschappelijke en klinische toepassing. *Tijdschrift voor neuropsychologie*, 0, 27 – 41

- De Sonneville L.M.J. (1999). Amsterdam Neuropsychologic Tasks: A computer-aided assessment program. In: B.P.L.M. den Brinker, P.J. Beek, A.N. Brand, S.J. Maarse & L.J.M. Mulder (red.), *Cognitive ergonomics, clinical assessment and computer-assisted learning: Computers in psychology*, 6, 187 – 203. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- De Sonneville, L. M. J. (2008). *ANT: Handleiding*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Duan, X., Shi, J., Wu, J., Mou, Y., Cui, H., Wang, G. (2009). Electrophysiological correlates for response inhibition in intellectually gifted children: A Go/NoGo study. *Neuroscience Letters*, 457, 45 – 48.
- Friedman, N.P., Miyake, A., Corley, R.P., Young, S.E. & DeFries, J.C. (2006). Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. *Psychological Science*. 17, 172 - 179
- Gioia, G.A., Isquith, P.K., Guy, S.C. & Kenworthy, L. (2000). TEST REVIEW. Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology*, 6, 235 – 238
- Gioia, G.A., Isquith, P.K., Retzlaff, P.D. & Espy, K.A. (2002). Confirmatory Factor Analysis of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in a Clinical Sample. *Child Neuropsychology*, 8, 249 – 257
- Goodman, R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire: A Research Note. *J Child Psychol Psychiatry*, 40, 791 – 799
- Hoogeveen, L, Van Hell, J.G. & Verhoeven, L. (2005). Teacher Attitudes Toward Academic Acceleration and Accelerated Students in the Netherlands. *Journal for the Education of the Gifted*, 29, 30 - 59
- intelligence. New York: Viking Penguin.)
- Johnson, J., Im-Bolter, N., Pascual-Leone, J. (2003). Development of mental attention in gifted and mainstream children: The role of mental capacity, inhibition, and speed of processing. *Child Development*, 74, 1594 – 1614.
- Lehto, J.E., Juujärvi, P., Kooistra, L. & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*. 21, 59 - 80
- Leroux, J.A. & Levitt-Perlman, M. (2000). The Gifted Child with Attention Deficit Disorder: An Identification and Intervention Challenge. *Roepers Review*, 22, 171 - 176
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, J.M., Witzki, A.H. & Howerter, A. & Wager, T.D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*. 14, 49 - 100

- Mooij, T., Hoogeveen, L., Driessen, G., Van Hell, J. & Verhoeven, L. (2007). Succescondities voor onderwijs aan hoogbegaafde leerlingen. (BOEK)
- Pascual-Leone, J. (2000). Reflections on Working Memory: Are the Two Models Complementary? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 138 - 154
- Peterson, J., Duncan, N., Canady, K. (2009). A longitudinal study of negative life events, stress, and school experiences of gifted youth. *Gifted Child Quarterly*, 53, 34 – 49.
- Polderman, T.J.C. & De Geus, E.J.C. (2009). Attention Problems, Inhibitory Control, and Intelligence Index Overlapping Genetic Factors: A Study in 9-, 12-, and 18-Year-Old Twins. *Neuropsychology*, 23, 381 - 391
- Reis, S.R. & Renzulli, J.S. (2010). Is there still a need for gifted education? An examination of current research. *Learning and Individual Differences*, 20, 308 - 317
- Smidts, D. & Huizinga, M. (2009). *BRIEF. Executieve Functies Gedragsvragenlijst*. Amsterdam: Hogrefe Uitgevers.
- Sternberg, 1988 (BOEK, Sternberg, R.J. (1988). The triarchic mind: A new theory of human
- Thurstone, L.L. (1924). *The nature of intelligence*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.
- Van Zomeren, E & Eling, P. (2009). Aandacht en executieve functies. In Deelman, B., Eling, P., Haan, E. de & Zomeren, E. van.(Eds.), *Klinische Neuropsychologie* (p. 214 - 238). Amsterdam, Nederland: Uitgeverij Boom.
- Wechsler, D. (1997). Wechsler Adult Intelligence Scale (3rd ed.). San Antonio, TX: Psychological Corp.
- Zelazo, P. D., & Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U.Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445–469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P.D., Craik, F.I.M. & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta psychological*, 115, 167 – 183)