



Hoe lossen jongens en meisjes aftrekopgaven op?

*Geslachtsverschillen in strategiekeuze en adaptiviteit bij het
oplossen van aftrekopgaven*

Luciënne van Os

Bachelorscriptie Pedagogische Wetenschappen – Onderwijsstudies

Faculteit der Sociale Wetenschappen

Juli 2015

Studentnummer: 1252097

Onder begeleiding van: Marian Hickendorff

Inhoudsopgave

Abstract.....	3
Inleiding.....	4
Rekenstrategieën.....	5
Choice-no-choide methode.....	6
Flexibiliteit in strategiekeuze.....	7
Eerder onderzoek naar geslachtsverschillen in strategiekeuze.....	8
Gevonden resultaten.....	9
Doel van het huidige onderzoek.....	10
Methoden.....	11
Deelnemers.....	11
Materialen.....	11
Strategiecodering.....	12
Resultaten.....	13
Strategiekeuze in de keuzeconditie.....	13
Strategiekeuze in de geen-keuzeconditie.....	15
Adaptiviteit naar opgavekenmerken in de keuzeconditie.....	16
Geslachtsverschillen in adaptiviteit naar opgavekenmerken.....	17
Adaptiviteit naar accuratesse en snelheid.....	18
Schriftelijk oplossen in de keuzeconditie.....	20
Discussie.....	20
Conclusie.....	22
Limitaties van het huidige onderzoek.....	22
Implicaties.....	23
Referenties.....	24
Bijlagen.....	25
Strategieclassificatiesysteem.....	25

Samenvatting

Nederland verliest langzamerhand haar internationale positie wat betreft het rekenonderwijs en dit komt door de hervormingen van het traditionele rekenonderwijs naar het realistische rekenonderwijs, waar de nadruk op adaptiviteit in strategiekeuze ligt. In het huidige onderzoek zijn door middel van de Choice-no-choice methode (Siegler & Lemaire, 1997) de geslachtsverschillen in de spontane strategiekeuze en adaptiviteit onderzocht. De uitwerkingen zijn geclassificeerd in verschillende strategieën. Uit de resultaten is naar voren gekomen dat er geen verschillen zijn tussen jongens en meisjes in spontane strategiekeuze en adaptiviteit naar opgavekenmerken. Uit het huidige onderzoek blijkt wel dat meisjes significant meer gebruik maken van geschreven uitwerkingen dan jongens. Als laatste blijkt dat zowel jongens als meisjes hun strategiekeuze baseren op accuratesse en niet op oplossingsnelheid.

Inleiding

Langzamerhand verliest Nederland haar internationale positie op het gebied van rekenonderwijs (KNAW, 2009). Waar de Nederlandse leerlingen minder presteren, doen leerlingen in Aziatische en andere Europese landen het beter. De prestatie van leerlingen op sommige onderdelen is onvoldoende, zelfs bij onderdelen waar vooruitgang op is geboekt (KNAW, 2009). Het vaardigheidsniveau van leerlingen in optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen is sinds 2004 gedaald (Scheltens, Hemker & Vermeulen, 2013). Volgens de KNAW-commissie rekenonderwijs (2009) is een oorzaak daarvan de veranderingen in het Nederlandse rekenonderwijs de afgelopen decennia. In de jaren '60 werd het rekenonderwijs in Nederland hervormd. (KNAW, 2009). Er werd een nieuw leerplan opgezet, waarin de lesmethoden van traditionele rekendidactiek, waarbij één efficiënte standaardmethode wordt aangeleerd om problemen op te lossen, naar realistisch rekenen werd hervormd. Bij realistisch rekenen wordt van de leerling verwacht dat hij/zij zelf naar de meest efficiënte strategie zoekt om sommen op te lossen. Door deze verschuiving komt de focus van het rekenonderwijs te liggen op de ontwikkeling van adaptiviteit in strategiekeuze en minder op het aanleren van standaardalgoritmes om sommen op te lossen (Torbeyns, Verschaffel & Ghesquiere, 2006).

Voor het rekenonderwijs zijn oplossingsstrategieën belangrijk. Vooral sinds de omschakeling van het traditioneel rekenen, waarbij men door een standaardalgoritme tot een juist antwoord komt, naar het realistisch rekenen, is het belangrijk te weten hoe leerlingen flexibel een voor hen meest efficiënte oplossingsstrategie kiezen. (Peters, De Smedt, Torbeyns, Ghesquière & Verschaffel, 2012).

Er zijn verschillende onderzoeken in Vlaanderen gedaan naar strategiekeuze en adaptiviteit in strategiekeuze (Torbeyns et al., 2006; Torbeyns, De Smedt, Ghesquière & Verschaffel, 2009; Peters, De Smedt, Torbeyns, Ghesquière en Verschaffel, 2010), maar nog niet of er verschillen zijn in strategiekeuze naar aanleiding van bepaalde leerlingkenmerken in Nederland. Daarnaast is het moeilijk een goed beeld te krijgen van het werkelijk aantal leerlingen dat een bepaalde strategie gebruikt (Peters et al. 2012). Dit komt doordat kinderen het ten eerste vaak moeilijk vinden de door hen gebruikte strategie te verwoorden. Ten tweede kunnen kinderen denken dat zij een bepaalde strategie niet hadden mogen gebruiken, dus zeggen ze dat zij een andere strategie hebben gebruikt. Ten derde is het mogelijk dat leerlingen zich niet bewust zijn van welke strategie zij gebruiken om de som op te lossen.

Rekenstrategieën

In het huidige rekenonderwijs wordt gefocust op het flexibel toepassen van verschillende rekenstrategieën bij aftrekopgaven. In dit onderzoek wordt er onderscheid gemaakt tussen algoritmisch rekenen en hoofdrekenen.

Algoritmisch rekenen kan worden onderverdeeld in twee soorten: cijferen en kolomsgewijs rekenen. Een kenmerk van cijferen is dat er wordt gerekend met cijfers, niet met getallen. Verder wordt er gerekend van boven naar beneden en van rechts naar links. Kolomsgewijs rekenen is een tussenvorm van cijferen en hoofdrekenen en wordt in dit onderzoek geplaatst in de tweede dimensie van het hoofdrekenen. Kolomsgewijs rekenen gebeurt van boven naar beneden en van links naar rechts en er wordt gerekend met betekenisvolle getallen.

$$\begin{array}{r} \hline 463 \\ 259- \\ \hline 200 \\ 10 \\ -5 \\ \hline 205 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \hline 3712 \\ 482 \\ \hline -299 \\ \hline 183 \end{array}$$

Figuur 1. Kolomsgewijs rekenen en het cijferalgoritme

De hoofdrekenstrategieën in de eerste dimensie worden onderverdeeld in: direct aftrekken, indirect optellen en indirect aftrekken (Torbeyns et al., 2009). In de tweede dimensie worden de rekenstrategieën onderverdeeld in: rijgen, kolomsgewijs, splitsen, 'handig' rekenen (compenseren) en een restcategorie van overige rekenstrategieën die niet onder de andere strategieën vallen. Zie Figuur 2 voor voorbeelden.

Vb. 482-299	Rijgen = sequentieel verrekenen van H, T en E (eerste term berekening wordt niet gesplitst)	Splitsen = splitsen van beide termen in H, T en E en deze vervolgens afzonderlijk verrekenen	Varia (inz. compenseren) = 'handige' strategieën rekening houdend met specifieke getalskenmerken van de opgave	Andere
Indirect optellen	299+100=399	9+3=12	299+181=480	Onder andere: rekenen via H-tal 299+100=399 399+1=400 400+82=482 Antwoord: 100+1+82=183
	399+80=479	90+80=170	480+2=482	
	479+3=482	200+100=300	Antwoord: 181+2=183	
	Antwoord: 100+80+3=183	Antwoord: 3+80+100=183	299+1=300	
			300+182=482	
			Antwoord: 1+182=183	
			299+1=300	
			300+180=480	
			480+2=482	
			Antwoord: 1+180+2=183	
Indirect aftrekken	482-100=382	12-3=9	480-181=299	Onder andere: wegnemen tot eerstvolgende H 482-82=400 400-101=299 Antwoord: 82+101=183
	382-80=302	170-80=90	482-2=480	
	302-3=299	300-100=200	Antwoord: 181+2=183	
	Antwoord: 100+80+3=183	Antwoord: 3+80+100=183	482-182=300	
			300-1=299	
			Antwoord: 182+1=183	
			480-180=300	
			482-2=480	
			300-1=299	
			Antwoord: 180+2+1=183	
Direct aftrekken	482-200=282	400-200=200	Compenseren 1 st term:	Onder andere: sequentieel splitsen 400-200=200 200+80=280 280-90=190 190+2=192 192-9=183 Transformeren: 482-299=483-300 483-300=183
	282-90=192	80-90=-10	480-299=181	
	192-9=183	2-9=-7	181+2=183	
	(en varianten als 482-290=...)	200-10-7=183	Compenseren 2 ^{de} term:	
			482-300=182	
			182+1=183	
			Compenseren beide termen:	
			480-300=180	
			180+2+1=183	

Figuur 2. Voorbeelden van de verschillende rekenstrategieën in de twee dimensies.

Choice-no-choice methode

Men baseert zijn/haar strategiekeuze om sommen op te lossen op basis van intuïtie, de eigen competentie, het succes van bepaalde strategieën en de taakinstructies (Siegler & Lemaire, 1997). Om de strategiekeuze van proefpersonen te onderzoeken, werd vroeger vooral de 'choice'-methode gebruikt. Bij deze methode krijgt de proefpersoon verschillende sommen aangeboden waarbij hij/zij zelf een strategiekeuze moet maken om deze sommen op te lossen (Siegler & Lemaire, 1997). In deze conditie wordt de snelheid en de accuratesse gemeten waarmee de strategie wordt gebruikt. Om strategiekeuze goed te onderzoeken is alleen deze conditie niet genoeg. Als alleen deze conditie wordt gebruikt, kan er volgens Siegler en Lemaire (1997) een bias door selectie-effecten optreden. Een voorbeeld hiervan is dat wanneer een minder accurate strategie wordt gebruikt bij makkelijke opgaven en een meer accurate strategie wordt gebruikt bij moeilijkere opgaven, kunnen de meer accurate strategieën minder accuraat lijken omdat het percentage goede antwoorden lager is bij gebruik van de meer accurate strategieën. Dan worden vervolgens de minder accurate strategieën gekozen omdat deze strategieën het meest accuraat lijken. Daarom wordt de choice/no-choice

methode aangeraden door Siegler en Lemaire (1997). Om deze bias te voorkomen, is een andere conditie, de 'no-choice' conditie toegevoegd. In de 'no-choice' conditie kan de proefpersoon niet kiezen welke strategie hij/zij gebruikt en wordt een strategie voorgeschreven. De proefpersoon moet dan alle opgaven volgens de ene strategie oplossen en wanneer de andere strategie wordt voorgeschreven, moet de proefpersoon alle opgaven volgens de andere strategie oplossen. Door de proefpersoon te dwingen een bepaalde strategie te gebruiken, krijgen we zicht op de snelheid en accuratesse van elke strategie en formatie. Als we de snelheid en accuratesse van de gebruikte strategieën in de no-choice conditie vergelijken met de gebruikte strategieën in de 'choice' conditie, kan er gekeken worden of de proefpersoon in de 'choice' conditie de snelste en meest accurate strategie heeft gekozen om het probleem op te lossen.

Flexibiliteit in strategiekeuze

Het kiezen van verschillende rekenstrategieën aan de hand van de kenmerken van de som en deze strategieën efficiënt toepassen om zo snel mogelijk een antwoord te vinden, wordt flexibiliteit, ofwel adaptiviteit, genoemd (Torbeyns et al., 2009).

Torbeyns et al. (2009) hebben onderzoek gedaan naar het flexibel toepassen van verschillende strategieën bij optel- en aftreksommen tussen de 20 en 100. In dit onderzoek hebben 60 leerlingen uit groep 5 van drie verschillende rekenniveaus rijtjes optel- en aftreksommen gemaakt in een 'choice'-conditie en twee 'no-choice'-condities. De twee strategieën waaruit de leerlingen konden kiezen, waren de compensatiestrategie en de rijgstrategie. Uit dit onderzoek is gekomen dat de leerlingen, ongeacht hun rekenniveau, spontaan compenseren en de rijgstrategie toepassen. Daarnaast bleek dat leerlingen hun strategiekeuze niet kozen op basis van de kenmerken van de som, bijvoorbeeld een som met een aftrekker van 8 of 9. In plaats daarvan, kozen de leerlingen hun strategie op basis van de bewerking van de som: bij aftreksommen werd de compenseren vaker gebruikt dan bij optelsommen.

In een ander onderzoek van Peters et al. (2010) werd onderzocht wat de strategiekeuze voor het oplossen van rekensommen beïnvloedde bij volwassenen. De volwassenen moesten twee rijen met sommen oplossen, de ene rij waren aftreksommen, de andere rij waren dezelfde sommen in de optelformatie. Aan de hand van een regressiemodel van de reactietijden kon voorspeld worden welke strategiekeuze werd gemaakt en waarom. Uit het onderzoek kwam dat participanten niet dezelfde strategie gebruiken bij elke soort presentatie van de som, maar switchen tussen de twee strategieën aan de hand van de grootte van de aftrekker. Als de aftrekker klein is in vergelijking met het aftrekgetal (bijvoorbeeld: 86-5), werd direct

afrekken vaker gebruikt. Als de aftrekker in vergelijking met het aftrekgetal groot was, (bijvoorbeeld 86-78) werd indirect optellen vaker gebruikt (Peters et al., 2010).

Geslachtsverschillen in strategiekeuze

In het huidige onderzoek ligt de focus op de relatie tussen het geslacht van de leerling en de strategiekeuze. Tot nu toe zijn er weinig onderzoeken die gericht waren op strategiekeuze bij aftreksommen en geslacht van kinderen uit groep zes t/m acht. Er zijn wel onderzoeken gedaan naar geslachtsverschillen in strategiekeuze bij jongere kinderen (Carr & Jessup, 1997; Fennema, Carpenter, Jacobs, Franke & Levi, 1998; Carr & Davis, 2001; Imbo & Vandierendonck, 2007) en bij bijvoorbeeld deelopgaven (Hickendorff, Van Putten, Verhelst & Heiser, 2010)

In het onderzoek van Carr en Jessup (1997) deden 58 leerlingen (gem. leeftijd = 6,5 jaar) uit 6 verschillende klassen mee aan een onderzoek naar geslachtsverschillen in strategiekeuze. Zij maakten onderscheid tussen drie strategieën: overte strategieën waarbij de leerling bijvoorbeeld de som oplost door op haar vingers te tellen, coverte strategieën waarbij de leerling bijvoorbeeld de sommen in het hoofd oploste en retrieval strategieën waarbij de leerling zich gegevens herinnert.

Fennema, Carpenter, Jacobs, Franke en Levi (1998) deden onderzoek naar geslachtsverschillen in probleemoplossing en strategiegebruik bij 90 leerlingen in groep 3 van het basisonderwijs. Er waren in totaal vijf testafnames waarbij de leerlingen sommen moesten oplossen. De interviews testten de getalkennis, het oplossen van optrek- en aftelsommen, het flexibel toepassen van verschillende strategieën voor optellen en aftrekken en het vermogen om nonroutine sommen op te lossen. De drie strategieën die onderscheiden werden in dit onderzoek waren: modeling (bijvoorbeeld het tellen op vingers), uitgevonden algoritmes en standaard algoritmes.

Carr en Davis (2001) deden opnieuw onderzoek naar geslachtsverschillen in strategiekeuze. Het onderzoek richtte zich op de vraag of de voorkeur van retrieval bij jongens en de voorkeur van manipulatieve strategieën bij meisjes kwam doordat er geslachtsverschillen waren in voorkeur voor strategiekeuze of geslachtsverschillen in het vermogen in rekenen. In het onderzoek deden 84 kinderen uit groep 3 mee. De test had twee condities; de free-choice conditie waarin de kinderen zelf konden kiezen welke strategie zij gebruikten, en de game-conditie waarin de kinderen een strategie voorgeschreven kregen, zodat iedereen met dezelfde strategie dezelfde sommen zou oplossen.

Imbo en Vandierendonck (2007) hebben onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van

het werkgeheugen bij kinderen bij strategiekeuze. Er werd ook gekeken naar onder andere geslachtsverschillen in strategiekeuze en efficiëntie bij kinderen. Aan het onderzoek namen in totaal 63 kinderen van 10 en 12 jaar oud deel. Er werd gebruik gemaakt van een combinatie van een 'dual'-taak en de 'choice/no-choice'-methode (Siegler & Lemaire, 1997). Deze combinatie bestond uit een taak waarbij de kinderen sommen moesten oplossen in vijf verschillende condities: een keuzeconditie, drie geen-keuzecondities en een benoemingsconditie. Er werken vier strategieën onderscheiden: retrieval (waarbij het antwoord meteen uit je geheugen werd gehaald), telstrategieën (waarbij men tot het antwoord komt door aan aantal keer te tellen), transformeren (door gebruik te maken van gekende feiten het antwoord afleiden) en andere strategieën. Daarnaast kregen de kinderen een tweede taak met als doel de belasting van het executieve werkgeheugen te onderzoeken. Tijdens deze taak werden de 'digit span' (hoeveel getallen een kind kan onthouden), de verwerkingsnelheid en de rekenvaardigheden van de kinderen getoetst.

Hickendorff et al. (2010) deden onderzoek naar individuele verschillen in strategiekeuze en gingen ook geslachtsverschillen na. In dit onderzoek deden 362 leerlingen van gemiddeld 12 jaar oud mee. Zij moesten verschillende deelopgaven oplossen volgens een 'choice/no-choice'-methode (Siegler & Lemaire, 1997). In de 'choice'-conditie konden zij zelf kiezen of zij gebruik maakten van mentale of geschreven strategieën bij het oplossen van deelopgaven. Ook werden de kinderen achteraf geïnterviewd over de gebruikte strategieën.

Gevonden resultaten

Een van de gevonden resultaten is dat jongens de voorkeur geven aan strategieën die een beroep doen op het geheugen, retrieval-strategieën (Carr & Jessup, 1997; Carr & Davis, 2001). Dit resultaat is ook gevonden in de studie van Imbo & Vandierendonck (2007). Jongens maken meer gebruik van het ophalen van antwoorden uit het geheugen. Ook is gevonden in de studie van Hickendorff et al. (2010) dat jongens de voorkeur hebben mentale strategieën te gebruiken. Meisjes daarentegen zijn minder geneigd mentale strategieën te gebruiken en gebruiken veel meer geschreven strategieën.

Meisjes gebruiken vaker manipulatieve strategieën waarbij zij bijvoorbeeld op de vingers tellen of tellen met behulp van een telraam (Carr & Jessup, 1997; Carr & Davis, 2001). Dit is in lijn met de bevindingen van Fennema et al. (1998). Uit het onderzoek van Fennema et al. (1998) kwam ook uit dat meisjes, naast de modeling strategieën, ook vaker gebruik maakten van standaardalgoritmes. Ditzelfde resultaat was te zien in het onderzoek van Imbo & Vandierendonck (2007). Uit hun onderzoek kwam dat meisjes vaker gebruik

maken van transformeren, waarbij zij de antwoorden afleiden uit feiten die zij al kennen.

Volgens Carr en Davis (2001) lag de oorzaak van de geslachtsverschillen in strategiekeuze niet bij de voorkeur voor een bepaalde strategie, maar aan het verschil in wiskundig vermogen. In de game conditie in het onderzoek werd namelijk gevonden dat meisjes slechter waren in het toepassen van retrieval strategieën waarbij zij een beroep moesten doen op het geheugen om op het antwoord van de som te komen, terwijl jongens die strategie juist vaker en beter toepasten. In de studie van Imbo en Vandierendonck (2007) werd daarentegen geen verschil gevonden tussen jongens en meisjes in het gebruik van retrieval strategieën. Meisjes maakten wel meer gebruik van transformeren, omdat zij snel zijn in het toepassen van deze strategie, ondanks dat retrieval strategieën een beetje sneller zijn.

Doel van het huidige onderzoek

In het huidige rekenonderwijs ligt de focus op 'realistisch rekenen', waarbij leerlingen verschillende rekenstrategieën flexibel en accuraat moeten toepassen. Volgens het KNAW (2009) gaat het Nederlands rekenonderwijs en de rekenprestaties van basisschoolleerlingen achteruit.

In de analyse van rekenprestaties van leerlingen moet er ook gekeken worden naar de manier waarop leerlingen tot hun antwoord komen. Daarom gaat dit onderzoek verder dan alleen de analyse van de rekenprestaties en ligt de focus op de verschillende oplossingsstrategieën die leerlingen gebruiken. In dit onderzoek wordt gekeken of er geslachtsverschillen zijn in strategiekeuze bij aftreksommen. De hoofdvraag hierbij luidt: 'Zijn er geslachtsverschillen in strategiekeuze en adaptiviteit bij aftreksommen?'. De oplossingsstrategieën van basisschoolleerlingen worden in kaart gebracht en wordt er gekeken naar verschillen in strategiekeuze en in adaptiviteit in strategiekeuze tussen jongens en meisjes. De data zijn al in een eerdere gelegenheid verzameld, maar worden in het huidige onderzoek gedetailleerder gecategoriseerd. In de 'choice'-methode kunnen de kinderen kiezen tussen in het hoofd rekenen en rekenen op papier. In de 'no-choice'-methode moeten de kinderen een aantal opgaven oplossen door te hoofdrekenen en een aantal opgaven oplossen door middel van rekenen op papier.

Naar aanleiding van de resultaten in de onderzoeken van Carr en Jessup (1997), Carr en Davis (2001), Imbo en Vandierendonck (2007) en Hickendorff et al. (2010) wordt verwacht dat jongens meer gebruik maken van hoofdrekenen dan meisjes, waarbij er geen tussenstappen worden opgeschreven of hoogstens de som wordt overgeschreven. Er wordt ook verwacht dat meisjes meer gebruik maken van cijferalgoritmes, dit naar

aanleiding van de uitkomsten van het onderzoek van Fennema et al. (1998) en het onderzoek van Hickendorff et al. (2010). Daarnaast wordt verwacht dat meisjes de opgaven vaker schriftelijk uitwerken dan jongens.

Methoden

De data voor dit onderzoek zijn al eerder verzameld door 8 verschillende proefleiders. Voor de uitgebreide beschrijving van de deelnemers en de materialen kan de bachelorthese 'Rekenen op de Beste Keuze' van Semiha Aydin (2013) geraadpleegd worden.

Deelnemers

Aan het onderzoek namen in totaal 336 leerlingen deel, van wie 48% jongens en 52% meisjes. De leerlingen zaten op 10 verschillende basisscholen in Leiden, Den Haag, Rotterdam en omstreken. De leerlingen hadden allemaal een leeftijd tussen de 8 en 12 jaar ($M=10.0$ jaar, $SD=0.93$). In totaal zijn in dit onderzoek de data van 303 leerlingen meegenomen, door omstandigheden tijdens het herverzamen van de data.

Materialen

Het onderzoek is afgenomen door de deelnemers boekjes met aftrekopgaven op te laten lossen. De boekjes bevatten elk 18 aftrekopgaven in drie verschillende condities volgens de 'choice/no-choice-methode': een keuzeconditie waarbij de deelnemers zelf de aftrekstrategie konden kiezen en twee geen-keuze condities waarbij de deelnemers óf algoritmisch moesten rekenen, dus cijferen en kolomsgewijs rekenen, óf moesten hoofdrekenen. Elke conditie werd voorafgegaan door een voorbeeldsom waarbij de proefleider uitleg gaf over hoe de proefpersoon de opgave moest oplossen, waarna zes aftrekopgaven volgden. In elke set van opgaven waren drie opgaven waarvan de kenmerken die tot een algoritmische strategie zouden leiden (CR-opgaven) en drie opgaven waarvan de kenmerken tot een hoofdrekenstrategie zouden leiden (HR-opgaven). De HR-opgaven waren opgesteld aan de hand van de volgende criteria: de aftrekker is makkelijk af te ronden naar het eerstvolgende honderdtal, dus de aftrekker eindigt op 97, 98 of 99. Daarnaast was het aftrekgetal altijd 26 eenheden groter of kleiner dan het eerstvolgende honderdtal. Ten derde moest er altijd sprake zijn van een brug over het tiental en de eenheden. De CR-opgaven hadden geen kenmerken die zouden leiden tot een hoofdrekenstrategie. Deze opgaven waren opgesteld aan de hand van de volgende criteria: de opgaven eindigden niet op een 7, 8 of 9. Het aftrekgetal en de aftrekker waren beiden 26 eenheden groter of kleiner dan het honderdtal. Als laatste moest er sprake zijn van een brug over de honderdtallen en de tientallen.

Allereerst moesten de deelnemers de aftrekopgaven in de keuze-conditie oplossen. Dit heeft te maken met volgorde-effecten, als de deelnemers eerst in een geen-keuze conditie achter elkaar een bepaalde methode hebben gebruikt om de aftrekopgaven op te lossen, kan dit de strategiekeuze beïnvloeden in de keuzeconditie. Na de keuze-conditie kwamen de twee geen-keuze condities. De ene helft van de deelnemers heeft na de keuze-conditie eerst zes opgaven in de conditie met hoofdrekenen gemaakt en daarna zes opgaven in de cijferconditie. De andere helft van de deelnemers heeft na de keuze-conditie eerst zes opgaven in de conditie met cijferen gemaakt en daarna zes opgaven in de hoofdrekenconditie. De volgorde van de items binnen de sets zijn op twee verschillende manieren aangeboden en elke set is in alle condities gespresenteerd. Dit heeft geresulteerd in 24 verschillende versies van de opgaveboekjes.

In het boekje stond op elke pagina één aftrekopgave. Boven elke opgave stond de instructie voor welke methode de deelnemer moest gebruiken. Dit was weergegeven in een tekstballon bij een gezichtje waarin stond 'Ik reken', 'Ik zet de getallen niet onder elkaar, maar ik reken met mijn hoofd' en 'Ik zet de getallen onder elkaar'. Op elke bladzijde was er voldoende ruimte om aantekeningen te maken.

Strategiecodering

Om inzicht te krijgen in de verschillende strategieën die de deelnemers gebruiken bij het oplossen van de aftrekopgaven, zijn de aantekeningen die de deelnemers bij het oplossen van de opgaven hebben gemaakt, geanalyseerd en gecategoriseerd. Daarnaast hebben de proefleiders, wanneer er door de leerling een antwoord met een onduidelijke of missende uitwerking was genoteerd, verbaal gevraagd hoe de leerling tot zijn of haar antwoord was gekomen en hebben zij dit genoteerd. De uitwerkingen zijn gecodeerd volgens een uitgebreid systeem dat onderscheid maakt tussen verschillende hoofdstrategieën in twee verschillende dimensies. Daarnaast is er ook nog een categorie voor cijferend rekenen en rekenen met cijfers (zie bijlage 1). Ook zijn er in het scoringsformulier extra kenmerken, zoals het noteren van de ontlening en het compenseren van de eerste en/of tweede term, opgenomen. De code van de extra kenmerken wordt tijdens het categoriseren van de data vóór de code van het hoofdtype strategie gezet. Ook zijn in het scoringsformulier codes opgenomen voor wanneer de uitwerking niet codeerbaar is, doordat er bijvoorbeeld geen antwoord is gegeven of de uitwerking onduidelijk is. Voor alle codes, zie bijlage 1.

De uitwerkingen van de opgaven zijn aan de hand van het eerder genoemde scoringsformulier gecategoriseerd door twee verschillende codeurs. Om de

intercodeursbetrouwbaarheid te waarborgen zijn van tevoren een deel van de data gecodeerd en vervolgens uitgewisseld en vergeleken.

Resultaten

Omdat de rekenstrategieën erg gedetailleerd zijn gecodeerd en er daardoor moeilijk uitspraken over te doen zijn, zijn alle rekenstrategieën gehercodeerd in nieuwe variabelen door de extra kenmerken te verwijderen. Door de extra kenmerken te verwijderen, zijn alle rekenstrategieën herleid naar 14 hoofdstrategieën. Naast de 14 hoofdstrategieën zijn er nog een aantal restcategorieën die gebruikt zijn om uitwerkingen aan te geven die niet duidelijk codeerbaar zijn.

Als eerste wordt besproken welke strategieën de leerlingen hebben gebruikt om de opgaven in de keuzeconditie op te lossen. Daarna wordt een onderscheid gemaakt tussen welke strategieën jongens gebruiken en welke strategieën meisjes gebruiken. Als laatste wordt adaptiviteit besproken. Aan de hand van twee manieren wordt onderzocht welk geslacht adaptievere strategiekeuzes maakt. Door als eerste te kijken naar wie er het vaker de strategie compenseren heeft toegepast waar handig zou zijn aan de hand van de opgavekenmerken (HR-opgaven) dan bij opgaven die minder geschikt zijn voor compenseren (CR-opgaven), kan worden geanalyseerd wie het meest adaptief is. De tweede manier om adaptiviteit te analyseren is kijken welke strategie de leerlingen het best kunnen en of ze de strategie waar zij het beste in zijn, ook vaker gebruiken.

Strategiekeuze in de keuzeconditie

De frequentst gebruikte strategie in de keuzeconditie is het cijferalgoritme. 45,8% van de opgaven in deze conditie is opgelost door middel van deze strategie. De twee strategieën die daarnaast het frequentst zijn gebruikt om de opgaven op te lossen, zijn DA rijgen (7,8%) en DA splitsen (22,3%). In 5,0% van de gevallen waren de uitwerkingen niet codeerbaar, door bijvoorbeeld onvoldoende toelichting van de proefleider (4,5%). De percentages van het gebruik van in totaal 11 strategieën zijn hieronder in tabel 1 uiteengezet. Niet alle hoofdstrategieën zijn in Tabel 1 uiteengezet, doordat de strategieën die niet zijn toegepast, zijn weggelaten.

Tabel 1. Percentages gebruik hoofdstrategieën

Groep	Geslacht	Cijferen	Rek. m. Cijfers	DA Rijg	DA Spl	Da KG	DA varia/comp	DA ander	IO Rijg	IO varia/comp	IO ander	IA varia/comp	Niet codeerbaar
6	Jongen	11,7	3	19,3	45		3	11					6,9
	Meisje	17,9	0,6	11	42,3	3	2,4	10,1		5,7	0,9		6,3
7	Jongen	55,6	4	3,1	13,8		9,9	2,3	2,3	2	1,1		6
	Meisje	54,5	1,2	6,5	14,9		8	4,5	0	3	1,8	1,8	3,9
8	Jongen	70,5	1,3	0,4	9,8		5,1	3,4		5,6	1,3		2,6
	Meisje	74,8		5	2,3		3,1	8,5	0,8	1,2	0,8		3,5
totaal	Jongen	44,7	2,9	7,9	23,3	0	6,3	5,5	0,9	2,3	0,8	0	5,4
	Meisje	46,9	0,6	7,7	21,3	1,1	4,6	7,6	0,2	3,4	1,2	0,6	4,6
totaal		45,8	1,8	7,8	22,3	0,6	5,4	6,6	0,6	2,9	1	0,3	5

In de tabel zijn ook de verschillen tussen jongens en meisjes te zien. Zowel bij de jongens als bij de meisjes komt naar voren dat zij het meest gebruik maken van cijferend rekenen. Bij de jongens is 44,7% beantwoord door middel van cijferend rekenen ($M=2,68$, $SD=2,80$), bij de meisjes is dat percentage iets lager: 46,9% ($M=2,81$; $SD=2,80$). Met een onafhankelijke t-toets zijn de verschillen in gemiddelden tussen de jongens en de meisjes vergeleken. Hieruit is gebleken dat er geen significant verschil is in het gebruik van cijferend rekenen tussen jongens en meisjes ($t(301) = -0,41$, $p=0,69$). Daarna wordt na cijferend rekenen wederom DA splitsen en DA rijgen door zowel jongens als meisjes het meest gebruikt. Door de jongens wordt DA splitsen bij 23,3% van de opgaven gebruikt ($M=1,40$; $SD=2,23$), door de meisjes 21,3% ($M=1,28$; $SD=2,20$). Wederom door middel van een onafhankelijke t-toets zijn deze gemiddelden met elkaar vergeleken en ook hier is geen significant verschil uit gebleken ($t(301) = 0,48$, $p=0,63$). DA rijgen wordt in 7,9% van de opgaven gebruikt door jongens ($M=0,47$; $SD=1,36$), bij meisjes ligt dit percentage wederom iets lager, namelijk 7,7% ($M=0,46$; $SD=1,42$). Ook bij het DA rijgen zijn er met een onafhankelijke t-toets geen significante verschillen gevonden in de gemiddelden tussen de jongens en de meisjes (t

(301)=0,05, $p=0,96$). Hieruit kan geconcludeerd worden dat er dus geen verschil is tussen de strategiekeuze van jongens en meisjes in de keuzeconditie en dat jongens en meisjes gebruiken deze drie strategieën dus even vaak gebruiken.

In Tabel 1 staan ook de percentages per groep weergegeven. Als we kijken naar de verschillen tussen jongens en meisjes in het gebruik van de drie meest gebruikte strategieën (cijferen, splitsen en rijgen) binnen de verschillende groepen, zien we dat in groep 6 in totaal 14,9% van de items in de keuzeconditie is opgelost door middel van cijferstrategieën. In groep 7 is dit percentage 55,1% en in groep 8 72,8%. De meisjes maken groep 6 ($M=1,07$, $SD=2,04$) en groep 8 ($M=4,49$, $SD=2,55$) frequenter gebruik van cijferend rekenen dan jongens in groep 6 ($M=0,70$, $SD=1,87$) en in groep 8 ($M=4,23$, $SD=2,53$), in groep 7 maken de jongens ($M=3,34$, $SD=2,71$) hier frequenter gebruik van dan de meisjes ($M=3,27$, $SD=2,71$). In groep 7 en 8 maken de meisjes ($M=0,39$, $SD=1,22$; $M=0,30$, $SD=1,28$) frequenter gebruik van DA rijgen dan de jongens ($M=0,19$, $SD=0,63$; $M=0,03$, $SD=0,16$) en in groep 6 ($M=2,70$, $SD=2,66$) en groep 8 ($M=0,59$, $SD=1,63$) maken jongens frequenter gebruik van DA splitsen dan de meisjes ($M=2,54$, $SD=2,61$; $M=0,14$, $SD=0,91$). Deze verschillen binnen de groepen tussen de jongens en de meisjes bleken niet significant te zijn na toetsing met onafhankelijke t-toetsen. In Tabel 2 zijn de bijbehorende t-waarden weergegeven.

Tabel 2. T-waarden onafhankelijke t-toets per groep

Groep	Cijferalgoritme		Da splitsen		DA rijgen	
	Jongen	Meisje	Jongen	Meisje	Jongen	Meisje
6		-0,98		0,32		1,37
7		0,14		-1,95		-1,15
8		-0,46		1,56		-1,34

T-waarden gaan gepaard met het aantal vrijheidsgraden in groep 6 $df=104$, in groep 7 $df=113$ en in groep 8 $df=80$.

Strategiekeuze in de geen-keuzeconditie

In de geen-keuzeconditie voor het algoritmisch rekenen is de frequentst gebruikte strategie door zowel jongens als meisjes cijferend rekenen (81,5% bij de jongens tegen 84,7% bij de meisjes). De op één na frequentst gebruikte strategie onder jongens en meisjes was kolomsgewijs rekenen (jongens 10,9% en meisjes 12,0%).

In de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen is de frequentst gebruikte strategie door beide geslachten splitsen in het domein direct aftrekken. Door de jongens werd 33,9% van de opgaven opgelost door middel van splitsen, bij de meisjes 35,1%.

Adaptiviteit naar opgavekenmerken in de keuzeconditie

Aan de hand van bepaalde opgavekenmerken en de gebruikte strategie kan bepaald worden of de leerlingen adaptief waren naar opgavekenmerken in hun strategiekeuze. In de keuzeconditie kregen de leerlingen de vrijheid zelf een strategie te kiezen om de opgaven op te lossen. Drie opgaven in de keuzeconditie waren door bepaalde opgavekenmerken geschikt voor compenseren (HR-opgaven), de andere drie opgaven waren minder geschikt voor compenseren, maar juist wel geschikt voor een algoritmische strategie (CR-opgaven). Om dit te onderzoeken zijn vier nieuwe variabelen aangemaakt. De eerst variabele telt het aantal keer compenseren dat gebruikt is in de drie opgaven die geschikt zijn voor compenseren, de tweede variabele telt het aantal keer compenseren dat gebruikt is in de drie opgaven die geschikt waren voor een algoritmische strategie. In deze twee variabelen zijn de strategieën DA compenseren, IO compenseren en IA compenseren opgenomen om er zeker van te zijn alle compensatiestrategieën mee te tellen. De derde en vierde variabelen tellen het aantal keer dat een algoritmische strategie is gebruikt bij HR-opgaven en CR-opgaven. In deze twee variabelen zijn de strategieën cijferen en DA kolomsgewijs opgenomen.

Tabel 3. Aantal keer gebruik compenseren en algoritmische strategieën

	Compenseren		Algoritmische strategieën	
	HR-opgaven	CR-opgaven	HR-opgaven	CR-opgaven
0x	78,5	93,4	48,2	45,2
1x	7,3	3,6	5,0	4,3
2x	6,6	1,3	7,3	5,3
3x	7,6	1,7	39,6	45,2
Totaal	100	100	100	100

Uit tabel 3 is af te lezen dat er bij CR-opgaven vaker een compensatiestrategie is gebruikt. Waar binnen de HR-opgaven door 7,6% alle drie die opgaven zijn opgelost door middel van een compensatiestrategie, is binnen de CR-opgaven door 39,6% alle drie de opgaven opgelost door middel van een compensatiestrategie. Daarnaast is binnen de HR-opgaven door 78,5% geen enkele keer een compensatiestrategie gebruikt, waar binnen de CR-opgaven door 93,4% geen enkele keer een compensatiestrategie is gebruikt. Uit Tabel 3 is ook af te lezen dat er in binnen de CR-opgaven door 45,2% alle drie de opgaven zijn opgelost door middel van een algoritmische strategie. Daarnaast is binnen de CR-opgaven door 47,9% geen enkele keer een algoritmische strategie gebruikt, terwijl binnen de HR-opgaven door 49,8% geen enkele keer een algoritmische strategie is gebruikt. Er is dus vaker een algoritmische strategie gebruikt binnen de CR-opgaven dan binnen de HR-opgaven.

Door middel van een gepaarde t-toets wordt het gemiddelde gebruik van compenseren

bij HR-opgaven geanalyseerd en vergeleken met het gemiddelde gebruik van compenseren CR-opgaven. Over de gehele groep is een significant verschil ($t(302)=7,02, p<0,000$) gevonden tussen het gemiddelde gebruik van compenseren binnen HR-opgaven ($M=0,43, SD=0,91$) en het gemiddelde gebruik van compenseren binnen CR-opgaven ($M=0,11, SD=0,48$).

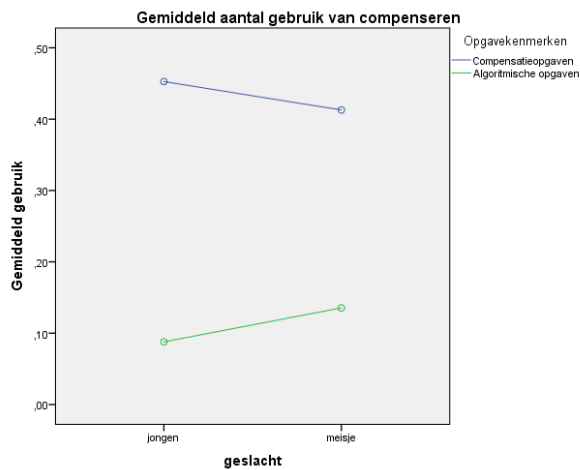
Ook de gemiddelden van het gebruik van algoritmische strategieën in de HR-opgaven ($M=1,38, SD=1,41$) en de CR-opgaven ($M=1,51, SD=1,44$) worden met elkaar vergeleken door middel van een gepaarde t-toets. Over de gehele groep is ook een significant verschil ($t(302) = -3,48, p=0,001$) gevonden tussen het gemiddelde gebruik van algoritmische strategieën in de HR-opgaven en het gemiddelde gebruik van algoritmische strategieën in de CR-opgaven.

Geslachtsverschillen in adaptiviteit naar opgavekenmerken

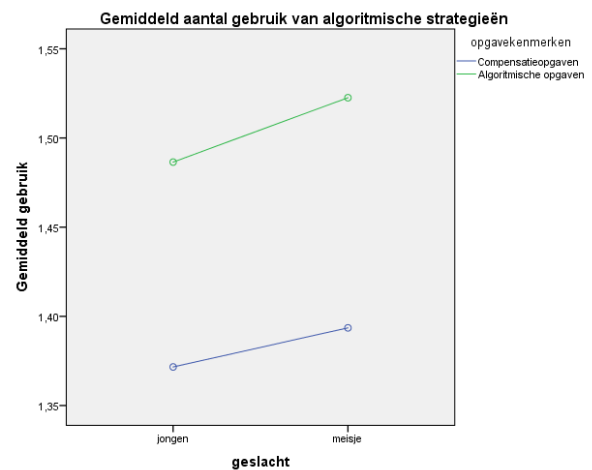
Tabel 4. Percentage gebruik compenseren en algoritmische strategieën naar verschillende opgavekenmerken naar geslacht

Geslacht		Compenseren		Algoritmische strategieën	
		HR-opgaven	CR-opgaven	HR-opgaven	HR-opgaven
Jongen	0x	79,7	94,6	49,3	44,6
	1x	4,1	2,7	4,7	6,1
	2x	7,4	2,0	5,4	5,4
	3x	8,8	0,7	40,5	43,9
Meisje	0x	77,4	92,3	47,1	45,8
	1x	10,3	4,5	5,2	2,6
	2x	5,8	0,6	9,0	5,2
	3x	6,5	2,6	38,7	46,5

Wat we aflezen uit Tabel 4 is dat zowel de jongens als de meisjes de compensatiestrategie vaker niet toepassen bij CR-opgaven dan bij HR-opgaven en dat zowel de jongens als de meisjes de algoritmische strategieën vaker niet toepassen op compensatieopgaven dan op CR-opgaven. Dit zou aanduiden dat beide groepen adaptief zijn naar beide opgavekenmerken. Om binnen de groep naar de verschillen tussen de jongens en de meisjes te bekijken, analyseren we de gemiddelde scores op het gebruik van de strategieën binnen de verschillende soorten opgaven door middel van repeated measures ANOVA. Hieruit is gebleken dat er geen significant verschil is tussen de jongens en meisjes in adaptiviteit naar opgavekenmerken voor compenseren ($F(1, 301) = 0,920, p=0,338$). Ook is er geen significant verschil gevonden in adaptiviteit naar opgavekenmerken voor algoritmische strategieën ($F(1, 301) = 0,0441, p=0,840$).



Figuur 3. Gemiddeld aantal gebruik van compenseren strategie



Figuur 4. Gemiddeld aantal gebruik van een algoritmische strategie

Adaptiviteit naar accuratesse en snelheid

In de geen-keuzeconditie kregen de leerlingen de opdracht óf de opgaven onder elkaar uit te rekenen (dus door middel van een algoritmische strategie) óf de opgaven met het hoofd uit te rekenen. Door te kijken naar het aantal goede en foute antwoorden kan worden geanalyseerd welke strategieën de leerlingen het best beheersen. Daarnaast kan in de geen-keuzeconditie de snelheid worden gemeten van de strategieën die worden gebruikt. Om adaptief te zijn naar accuratesse en snelheid, moeten de leerlingen in de keuzeconditie de strategieën gebruiken waar zij in de geen-keuzecondities het beste in zijn en het snelst een oplossing mee krijgen. Omdat voor de adaptiviteit naar opgavekenmerken, is hier alleen het gebruik van de algoritmische strategieën (cijferen en DA kolomsgewijs) en DA compenseren zijn geanalyseerd en zijn nu ook de accuratesse en de snelheid van het gebruik van algoritmische strategieën en DA compenseren geanalyseerd.

Tabel 5. Percentage juist beantwoorde opgaven (G) en gemiddelde reactietijd (T) per strategie

	Cijferen		DA kolomsgewijs		DA Compenseren	
	G	T	G	T	G	T
Jongens	73,9	27,1	39,4	51,8	70,1	22,8
Meisjes	75,7	25,5	38,1	42,4	46,4	30,1

Opvallend is dat de jongens met DA compenseren een hoger percentage opgaven goed beantwoorden dan de meisjes en gemiddeld deze strategie sneller toepassen. De meisjes behalen echter een hoger percentage goede antwoorden met een cijferalgoritme en passen

deze strategie ook sneller toe.

Om te bepalen in hoeverre de leerlingen hun strategiekeuze aanpassen aan hun eigen efficiëntie, dus of zij de strategie kiezen waar zij zelf het beste in zijn of de strategie die de som het snelst oplost, zijn er twee correlaties berekend. Ten eerste is de correlatie berekend tussen het aantal keer dat een algoritmische strategie in de keuzeconditie is gebruikt en een nieuwe variabele: het verschil in het aantal goede antwoorden tussen de geen-keuzeconditie voor het algoritmisch rekenen en de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen. Om deze variabele te berekenen is het aantal goede antwoorden dat gegeven is in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen, afgetrokken van het aantal goede antwoorden in de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen (Geen-keuze ALG – Geen-keuze HR). Dit verschil in het aantal goede antwoorden kan variëren van -6 tot 6. Bij een negatief getal zijn er vaker goede antwoorden gegeven in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen dan in de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen.

Tussen de frequentie van de algoritmische strategieën in de keuzeconditie en het verschil in het aantal goede antwoorden tussen de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen en de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen is een significant, zwak positief verband gevonden ($r=0,227$, $p<0,000$). Als we deze correlatie uitsplitsen op geslacht, komt naar voren dat er tussen beide variabelen bij zowel de jongens ($r=0,269$, $p=0,001$) als de meisjes ($r=0,189$, $p=0,018$) een significant, zwak positief verband is.

Dit betekent dat naarmate er meer goede antwoorden in de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen zijn gegeven dan in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen, er vaker een algoritmische strategie is gebruikt in de keuzeconditie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat zowel de jongens als de meisjes vaker een algoritmische strategie gebruiken als zij hier beter in zijn, zij passen hun strategiekeuze dus aan op de accuratesse.

De tweede correlatie die is berekend, is tussen het aantal keer dat een algoritmische strategie is gebruikt in de keuzeconditie en een andere nieuwe variabele: het verschil tussen de gemiddelde snelheid in de geen-keuzeconditie voor het algoritmisch rekenen en de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen. Het verschil is berekend door de gemiddelde oploosningstijd in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen af te trekken van de gemiddelde oploosningstijd in de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen. Wanneer het verschil in gemiddelde snelheid negatief is, betekent dit dat in de geen-keuzeconditie voor algoritmisch rekenen de oploosningstijd gemiddeld sneller is dan in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen.

Tussen de frequentie van het gebruik van algoritmische strategieën in de

keuzeconditie en het verschil in gemiddelde oplossings tijden tussen de twee keuzecondities is een significant, zwak negatief verband gevonden ($r=-0,160$, $p=0,006$). Als we deze correlatie uitsplitsen op geslacht, komt naar voren dat er tussen beide variabelen bij zowel de jongens ($r=-0,174$, $p=0,035$) als de meisjes ($r=-0,233$, $p=0,004$) een significant, zwak negatief verband is. Dit betekent dat naarmate de leerlingen vaker een algoritmische strategie gebruiken in de keuzeconditie, het verschil in oplossings tijd afneemt. Hiermee kan geconcludeerd worden dat zowel de jongens als de meisjes vaker een algoritmische strategie toepassen als zij hiermee sneller de som kunnen oplossen, dus dat zij hun strategiekeuze ook aanpassen op de oplossings snelheid.

Schriftelijk oplossen in de keuzeconditie

Naast spontante strategiekeuze en adaptiviteit is er gekeken naar of de opgaven in de keuzeconditie met of zonder uitwerking zijn opgelost. De jongens hebben in de keuzeconditie gemiddeld $M=3,84$ ($SD=2,57$) opgaven opgelost met behulp van uitwerkingen, tegen gemiddeld $M=4,50$ ($SD=2,33$) opgaven door de meisjes. Door middel van een onafhankelijke t-toets is een significant verschil ($p(301)=0,02$) gevonden in het gemiddelde aantal gebruik van uitwerkingen in de keuzeconditie tussen jongens en meisjes. Het blijkt dus dat meisjes in de keuzeconditie vaker opgaven oplossen met behulp van uitwerkingen.

Discussie

Strategiekeuze in de keuzeconditie

De resultaten uit tabel 1 laten zien dat zowel de jongens als de meisjes gebruik maken van dezelfde strategieën als het gaat om spontante strategiekeuze in de keuzeconditie. Zowel de meisjes als de jongens gebruiken het cijferalgoritme, DA splitsen en DA rijgen het vaakst, hoewel de deze drie strategieën iets minder worden gebruikt door de meisjes. Dit verschil is echter niet significant, waaruit geconcludeerd kan worden dat er in dit onderzoek geen verschil zit tussen jongens en meisjes wat betreft spontante strategiekeuze. Naar aanleiding van de uitkomsten in het onderzoek van Fennema et al. (1998) en het onderzoek van Hickendorff et al. (2010) werd verwacht dat meisjes meer gebruik maken van cijferalgoritmes. De resultaten uit dit onderzoek zijn niet in lijn met deze verwachting. Een verklaring zou kunnen zijn dat de leerlingen allemaal een bepaald curriculum op school krijgen aangeboden. De jongens en de meisjes zitten niet in aparte klassen en krijgen dus allemaal dezelfde rekenstrategieën aangeleerd. Het kan zijn dat zowel de jongens als de meisjes op het moment van het onderzoek in de klas zelf bepaalde rekenstrategieën hebben

aangeleerd en die op dat moment ook vaak gebruikten.

Daarnaast zien we in de keuzeconditie dat in elke hogere klas, het percentage gebruik van het cijferalgoritme stijgt en het percentage gebruik van DA splitsen daalt bij zowel de jongens als bij de meisjes. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat in de lagere groepen meer DA splitsen wordt gebruikt en later pas het cijferalgoritme wordt aangeleerd, waardoor de leerlingen het cijferalgoritme in de hogere klassen vaker gebruiken in plaats van DA splitsen.

Adaptiviteit naar opgavekenmerken in de geen-keuzeconditie

Uit de resultaten is op te merken dat er geen significante verschillen zijn tussen de jongens en de meisjes in adaptiviteit naar opgavekenmerken. Dit betekent dat de jongens en de meisjes in dezelfde mate adaptieve strategiekeuzes maken aan de hand van opgavekenmerken. Over de gehele groep zijn echter we significante verschillen gevonden tussen het gebruik van compenseren en algoritmische strategieën naar de verschillende opgavekenmerken. Er is een significant verschil gevonden tussen het gebruik van compenseren bij de compensatieopgaven en het gebruik van compenseren bij algoritmische opgaven. Ook is er een significant verschil gevonden tussen het gebruik van algoritmische strategieën bij compensatieopgaven en het gebruik van algoritmische strategieën bij algoritmische opgaven. Dit betekent dat de gehele groep adaptief is naar opgavekenmerken en dus de strategie kiest aan de hand van de opgavekenmerken.

Geconcludeerd kan er dus gesteld worden dat de gehele groep adaptief is naar opgavekenmerken en dat de jongens en meisjes even adaptief zijn naar opgavekenmerken.

Adaptiviteit naar accuratesse en snelheid

Uit de resultaten is naar voren gekomen dat bij beide geslachten is er een significant, zwak positief verband gevonden tussen het gebruik van algoritmische strategieën in de keuzeconditie en het verschil in het aantal goede antwoorden in de twee geen-condities. Daarnaast is bij zowel de jongens als de meisjes een significant, zwak negatief verband gevonden tussen het gebruik van algoritmische strategieën in de keuzeconditie en het verschil in gemiddelde oplossings tijd in de twee geen-keuzecondities. Dit betekent dat zowel de jongens als de meisjes vaker een algoritmische strategie kiezen als zij hier beter in zijn of als dit een sneller antwoord oplevert. Hieruit kan geconcludeerd worden dat zowel de jongens als de meisjes adaptief zijn naar accuratesse en oplossingsnelheid en hier hun strategiekeuze op baseren.

Schriftelijk oplossen in de keuzeconditie

Er kan gezegd worden dat de meisjes vaker gebruik maken van schriftelijke uitwerkingen bij het oplossen van aftrekopgaven dan jongens. Dit is in lijn met de verwachtingen naar aanleiding van de resultaten in de onderzoeken van Carr en Jessup (1997), Carr en Davis (2001), Imbo en Vandierendonck (2007) en Hickendorff et al. (2010) waarin de jongens meer gebruik maakten van hoofdrekenen dan meisjes, waarbij er geen tussenstappen werden opgeschreven of hoogstens de som werd overgeschreven.

Conclusie

Om de hoofdvraag te beantwoorden, zijn een aantal aspecten geanalyseerd. De spontane strategiekeuze, adaptiviteit naar opgavekenmerken, accuratesse en snelheid en het wel of niet schriftelijk uitwerken van de opgaven zijn in dit onderzoek onderzocht. De hoofdvraag luidt als volgt: ‘Zijn er geslachtsverschillen in strategiekeuze en adaptiviteit bij het oplossen van aftrekopgaven?’. Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat er geen verschil is in spontane strategiekeuze bij het oplossen van aftrekopgaven tussen jongens en meisjes. Daarnaast is er geen verschil in adaptiviteit naar opgavekenmerken tussen jongens en meisjes en baseren zowel jongens als meisjes hun strategiekeuze zowel op basis van oplossingsnelheid, als op basis van hun accuratesse. Wel gebruiken meisjes significant meer schriftelijke uitwerkingen om opgaven op te lossen dan jongens.

Limitaties van het onderzoek

Een limitatie van het onderzoek was onder andere de uitwerkingen van de verschillende proefleiders. Waar de ene proefleider achteraf de uitwerkingen uitgebreid opschreef, schreef de andere proefleider alleen de naam van de strategie op die hij/zij dacht dat de leerling gebruikte. Omdat de strategieën die gebruikt werden tijdens het verzamelen van de data niet zo uitgebreid zijn als de strategieclassificaties in dit onderzoek, waren de strategieën die de proefleiders opschreven onbruikbaar.

Daarnaast is tussen het moment van verzamelen van de data en het hercoderen van de data voor dit onderzoek, de data van een proefleider verloren gegaan. Dit leidde tot een gereduceerd aantal participanten, namelijk N=303 in plaats van N=336.

Een andere limitatie van het onderzoek is dat er, ondanks het uitgebreide strategieclassificatiesysteem, er maar twee geen-keuze condities waren waarbij de kinderen óf onder elkaar moesten rekenen, óf met het hoofd moesten rekenen. Het is lastig voor elke strategie een aparte geen-keuzeconditie te maken, maar in de geen-keuze conditie voor het

hoofdrekenen kunnen de kinderen alsnog een groot aantal verschillende strategieën gebruiken, zoals in de keuzeconditie. Ook weet men in de geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen niet 100% zeker welke strategie de leerling heeft gebruikt. In deze conditie geeft de leerling per opgave aan hoe hij/zij deze heeft opgelost. Een limitatie hiervan is dat de leerling een sociaal wenselijk antwoord kan geven, omdat hij/zij bijvoorbeeld denkt dat de manier waarop hij/zij de opgave heeft opgelost, fout is of dat hij/zij niet goed bewust is van de manier waarop hij/zij de opgave heeft opgelost. Hierdoor kan er een vertekend beeld ontstaan van de gebruikte strategieën.

Implicaties

De resultaten uit het huidige onderzoek ondersteunen de verwachting dat meisjes vaker aftrekopgaven schriftelijk oplossen dan jongens. Daarnaast is er in het huidige onderzoek geen bewijs gevonden voor verschillen tussen jongens en meisjes in strategiekeuze en adaptiviteit bij het oplossen van aftreksommen.

Bij vervolgonderzoek moet er rekening worden gehouden met het curriculum van de scholen. De leerlingen moet alle strategieën hebben aangeleerd, om zo te voorkomen dat de leerlingen maar één of twee bepaalde strategieën gebruiken om de opgaven op te lossen. Daarnaast is het van belang rekening te houden met de instructie van de proefleiders. De proefleiders moeten in vervolgonderzoek op precies dezelfde manier de uitwerkingen van de opgaven beoordelen en noteren. Ook kan er in de toekomst rekening worden gehouden met de geen-keuzecondities. In een geen-keuzeconditie voor het hoofdrekenen kunnen nog teveel verschillende strategieën worden gebruikt.

Literatuur

- Aydin, S. (2013). *Rekenen op de Beste Keuze*. Bachelorthese Psychologie, Faculteit der Sociale Wetenschappen. Leiden: Universiteit Leiden.
- Carr, M., & Jessup, D.L. (1997). Gender differences in first grade mathematics strategy use: Social and metacognitive influences. *Journal of Educational Psychology*, 89, 318-328. doi:10.1037/0022-0663.89.2.318
- Fennema, E., Carpenter, T.P., Jacobs, V.R., Franke, M.L., & Levi, L.W. (1998). A Longitudinal Study of Gender Differences in Young Children's Mathematical Thinking. *Educational Researcher*, 27 (5), pp. 6-11. doi:10.3102/0013189X027005006
- Hickendorff, M., van Putten, C.M., Verhelst, N.D., & Heiser, W.J. (2010). Individual Differences in Strategy Use on Division Problems: Mental versus Written Computation. *Journal of Educational Psychology*, 102, 438-452. doi: 10.1037/a0018177
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 284-309. doi: 10.1016/j.jecp.2006.09.001
- Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool analyse en sleutels tot verbetering*. KNAW: Amsterdam. Retrieved from <http://www.knaw.nl/shared/resources/actueel/publicaties/pdf/20091080.pdf>
- Peters G., De Smedt B., Torbeyns J., Ghesquiere P., & Verschaffel L. (2012). Children's use of addition to solve two-digit subtraction problems. *British Journal of Psychology*, 104, 495-511. doi:10.1111/bjopo.12003
- Scheltens, F., Hember, B., & Vermeulen, J. (2013). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 5*. Arnhem, The Netherlands: CITO.
- Siegler, R.S., & Lemaire, P. (1997). Older and younger adults' strategy choices in multiplication: Testing predictions of ACM Using the Choice/ No Choice Method. *Journal of Experimental Psychology*, 126 (1), 71-92. Retrieved from <http://www.psy.cmu.edu/~siegler/sieglerlemaire97.pdf>
- Torbeyns, J., De Smedt, B., Ghesquiere, P., & Verschaffel, L. (2009). Jump or compensate? Strategy flexibility in the number domain up to 100. *ZDM Mathematics Education*, 41, 581-590. doi:10.1007/s11858-009-0187-3
- Torbeyns, J., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2006). The Development of Children's Adaptive Expertise in the Number Domain 20 to 100. *Cognition and instruction*, 24, 439-465. doi: 10.1207/s1532690xci2404_2

Bijlage 1: Strategieclassificatiesysteem

CODERINGSSYSTEEM DOMEIN AFTREKKEN

Elke uitwerking krijgt

- of precies 1 code voor Hoofdtype strategie voorafgegaan door 0 of meer Extra kenmerken
- of 1 code uit de Overige categorieën (900-nummers).

Code	Hoofdtype strategie
20	Cijferalgoritme
21	Rekenen met cijfers – andere
30	Direct aftrekken – rijgen
31	Direct aftrekken – splitsen
32	Direct aftrekken – kolomsgewijs
33	Direct aftrekken – varia: compenseren
34	Direct aftrekken – andere
40	Indirect optellen – rijgen
41	Indirect optellen – splitsen
42	Indirect optellen – varia: compenseren
43	Indirect optellen – andere
50	Indirect aftrekken – rijgen
51	Indirect aftrekken – splitsen
52	Indirect aftrekken – varia: compenseren
53	Indirect aftrekken – andere
00	Geen hoofdtype, wel extra kenmerken

Code	Extra kenmerken strategie (plaats gesorteerd vóór hoofdtype: bv. Direct aftrekken – compenseren, met compensatie eerste term en controle antwoord: 2833)
1	Alleen tussenantwoorden genoteerd
2	Controle van antwoord <i>voor</i> het noteren van het antwoord (tijdens het oplossingsproces; dus voor het stopzetten van de tijdsregistratie)
3	Correctie van antwoord <i>na</i> het noteren van het antwoord (en dus na het stopzetten van de tijdsregistratie)
4	Proberen van een aantal uitkomsten
5	Strategie afgebroken (en geen andere strategie daarvoor in de plaats)
6	Strategie gewisseld
7	Getallenlijn gebruikt tijdens berekening
8	Compensatie eerste term
9	Compensatie tweede term
10	Noteren ontlening (cijferen)

Code	Uitwerking niet codeerbaar
901	Geen uitwerking, alleen antwoord
902	Missing, geen antwoord – overgeslagen, omliggende opgaven wel gemaakt
903	Misconceptie (verkeerde bewerking)
904	Uitwerking onduidelijk of antwoord gegokt
905	Uitgegumd, doorgekrast of anderszins niet leesbaar

906	Missing, geen antwoord – gestopt met het boekje, alle volgende (en eventueel ook al eerdere) opgaven niet gemaakt
------------	---

Opmerkingen coderingssysteem

- Noteer als antwoord 'M' of 'STOP' als er geen antwoord staat. Als er wel (het begin van) een uitwerking staat maar geen antwoord, codeer dan gewoon die uitwerking. Als er geen uitwerking en geen antwoord staat, kies dan de code 902.
- 'Mental' is van toepassing als hoogstens de som is overgeschreven, maar verder geen enkele bewerking/tussenstap is genoteerd.

STRATEGIECLASSIFICATIE DOMEIN AFTREKKEN

Classificatie van strategieën op basis van twee dimensies:

1. Dimensie 1: rekenen in het hoofd (zonder schriftelijke nota's; hoogstens de som overgeschreven) versus rekenen op papier (met schriftelijke nota's)
2. Dimensie 2: rekenen met getalwaarden versus rekenen met cijfers

1. REKENEN IN HET HOOFD

(oplossingsproces verloopt *volledig* in het hoofd of verbaal; de leerling maakt *geen* schriftelijke nota's van het oplossingsproces, enkel de uitkomst wordt genoteerd)

De leerling rapporteert verbaal tijdens en/of na het oplossen van de opgave ...

1a. Rekenen met getalwaarden

Vb. 482-299	Rijgen = sequentieel verrekenen van H, T en E (eerste term berekening wordt niet gesplitst)	Splitsen = splitsen van beide termen in H, T en E en deze vervolgens afzonderlijk verrekenen	Varia (inz. compenseren) = 'handige' strategieën rekening houdend met specifieke getalskenmerken van de opgave	Andere
Direct aftrekken	$482-200=282$ $282-90=192$ $192-9=183$ (en varianten als $482-290=...$)	$400-200=200$ $80-90=-10$ $2-9=-7$ $200-10-7=183$	Compenseren 1 ^{ste} term: $480-299=181$ $181+2=183$ Compenseren 2 ^{de} term: $482-300=182$ $182+1=183$ Compenseren beide termen: $480-300=180$ $180+2+1=183$	Onder andere: sequentieel splitsen $400-200=200$ $200+80=280$ $280-90=190$ $190+2=192$ $192-9=183$ Transformeren: $482-299=483-300$ $483-300=183$

Vb. 482-299	Rijgen	Splitsen	Varia (inz. compenseren)	Andere
Indirect optellen	$299+100=399$ $399+80=479$ $479+3=482$ Antwoord: $100+80+3=183$	$9+3=12$ $90+80=170$ $200+100=300$ Antwoord: $3+80+100=183$	$299+181=480$ $480+2=482$ Antwoord: $181+2=183$ $299+1=300$ $300+182=482$ Antwoord: $1+182=183$ $299+1=300$ $300+180=480$ $480+2=482$ Antwoord: $1+180+2=183$	Onder andere: rekenen via H-tal $299+100=399$ $399+1=400$ $400+82=482$ Antwoord: $100+1+82=183$
Indirect aftrekken	$482-100=382$ $382-80=302$ $302-3=299$ Antwoord: $100+80+3=183$	$12-3=9$ $170-80=90$ $300-100=200$ Antwoord: $3+80+100=183$	$480-181=299$ $482-2=480$ Antwoord: $181+2=183$ $482-182=300$ $300-1=299$ Antwoord: $182+1=183$ $480-180=300$ $482-2=480$ $300-1=299$ Antwoord: $180+2+1=183$	Onder andere: wegnemen tot eerstvolgende H $482-82=400$ $400-101=299$ Antwoord: $82+101=183$

1b. Rekenen met cijfers (geen getalwaarden)

(In het hoofd of verbaal) rekenen met cijfers:

cijferalgoritme	rekenen met cijfers – anders
$\begin{array}{r} 17 \\ 3 \cancel{7} 12 \\ \underline{-482} \\ -299 \\ 183 \end{array}$	onder andere: $4-2=2$ $8-9=-1$ $2-9=-7$ Antwoord: 183

2. REKENEN OP PAPIER

(oplossingsproces verloopt *deels of helemaal op papier*; de leerling maakt schriftelijke nota's van het oplossingsproces)

De leerling noteert schriftelijk ...

2a. Rekenen met getalwaarden

Vb. 482-299	Rijgen = sequentieel verrekenen van H, T en E (eerste term berekening wordt niet gesplitst)	Splitsen = splitsen van beide termen in H, T en E en deze vervolgens afzonderlijk verrekenen	Varia (inz. compenseren) = 'handige' strategieën rekening houdend met specifieke getalskenmerken van de opgave	Andere
Direct aftrekken	$482-200=282$ $282-90=192$ $192-9=183$ (en varianten als $482-290=...$)	<u>NOTA'S HORIZONTAAL:</u> <u>SPLITSEN</u> $400-200=200$ $80-90=-10$ $2-9=-7$ $200-10-7=183$ <u>NOTA'S VERTICAAL:</u> <u>KOLOMSGEWIJZE</u> <u>AFTREKKEN</u> 482 $\underline{-299}$ 200 -10 $\underline{-7}$ 183	Compenseren 1 ^{ste} term: $480-299=181$ $181+2=183$ Compenseren 2 ^{de} term: $482-300=182$ $182+1=183$ Compenseren beide termen: $480-300=180$ $180+2+1=183$	Onder andere: sequentieel splitsen $400-200=200$ $200+80=280$ $280-90=190$ $190+2=192$ $192-9=183$ Transformeren: $482-299=483-300$ $483-300=183$
Indirect optellen	$299+100=399$ $399+80=479$ $479+3=482$ Antwoord: $100+80+3=183$	$9+3=12$ $90+80=170$ $200+100=300$ Antwoord: $3+80+100=183$	$299+181=480$ $480+2=482$ Antwoord: $181+2=183$ $299+1=300$ $300+182=482$ Antwoord: $1+182=183$ $299+1=300$ $300+180=480$ $480+2=482$ Antwoord: $1+180+2=183$	Onder andere: rekenen via H-tal $299+100=399$ $399+1=400$ $400+82=482$ Antwoord: $100+1+82=183$
Vb. 482-299	Rijgen	Splitsen	Varia (inz. compenseren)	Andere

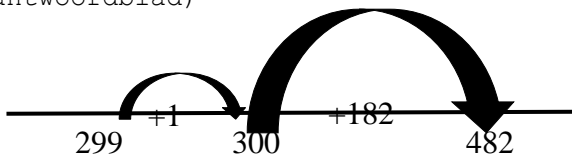
Indirect aftrekken	482-100=382	12-3=9	480-181=299	Onder andere: wegnemen tot eerstvolgende H 482-82=400 400-101=299 Antwoord: 82+101=183
	382-80=302	170-80=90	482-2=480	
	302-3=299	300-100=200	Antwoord: 181+2=183	
	Antwoord: 100+80+3=183	Antwoord: 3+80+100=183	482-182=300	
			300-1=299	
			Antwoord: 182+1=183	
			480-180=300	
			482-2=480	
			300-1=299	
			Antwoord: 180+2+1=183	

2b. Rekenen met cijfers (geen getalwaarden)

De leerling noteert schriftelijk ...

cijferalgoritme	rekenen met cijfers – anders
$\begin{array}{r} 17 \\ 3 \overline{)12} \\ \underline{9} \\ 3 \\ \underline{3} \\ 0 \end{array}$	onder andere: $4-2=2$ $8-9=-1$ $2-9=-7$ Antwoord: 183

VOORBEELDEN EXTRA KENMERKEN BIJ 482 - 299 =

Code	Extra kenmerken	Voorbeeld uitwerking
1	Alleen tussenantwoorden genoteerd	200; -10; -7 Of 182
2	Controle antwoord (voor noteren van antwoord)	- na berekening antwoord aftrekoefening maar voor noteren van antwoord in kader - $\begin{array}{r} 183 \\ +299 \\ \hline 482 \end{array}$
3	Correctie antwoord (na noteren van antwoord)	- na noteren antwoord in kader, zelfcorrectie antwoord - (vb. tijdens verbale zelfrapportering nadien) 482-300=182, 182+1=183 ... Oh nee, ik heb me vergist, het antwoord is niet 182 maar 183!
4	Proberen van een aantal uitkomsten	299+185=484 299+180=479 299+182=481 299+183=482
5	Strategie afgebroken (en geen andere strategie daarvoor in de plaats)	299+1=300 300+10=310 310+10=320 "Dit wordt erg veel werk, ik denk dat het 150 is."
6	Strategie gewisseld (NB. codeer als Hoofdtype de strategie die tot het gegeven antwoord heeft geleid)	leerling begint in het hoofd te splitsen, maar verandert dat naar het cijferalgoritme op papier.
7	Getallenlijn gebruikt tijdens berekening	(leerling tekent zelf getallenlijn op antwoordblad) 
8	Compensatie eerste term	480-299=181 181+2=183
9	Compensatie tweede term	482-300=182 182+1=183
10	Noteren ontlening (cijferen)	$\begin{array}{r} 17 \\ 37 \\ \cancel{4}82 \\ -299 \\ \hline 183 \end{array}$