

Je kunt op mij rekenen!

*Het verbeteren van het hoofdrekenniveau
op handelingsniveau*



Ine Brouwers
Fontys Hogescholen OSO Master EN
Verslag Praktijkgericht Onderzoek
Thema: hoofdrekenen
Domein: leren
Juni 2017

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Aanleiding en probleemstelling	5
1.1. Aanleiding van dit praktijkgericht onderzoek.....	5
1.2. Onderzoeksdoelgroep	6
2. Theoretisch kader.....	8
2.1 Invoering van het referentiekader en rekenexamen.....	8
2.2 Hoofdrekenen.....	8
2.3 Het rekenmuurtje.....	9
2.4 Adaptief leren	9
2.5 Adaptieve leertechnologie van Knewton	9
2.6 Effectieve instructie	11
2.7 Vermenigvuldigen	13
2.8 Delen	13
2.9 Onderzoeksvraag en deelvragen.....	15
3. Onderzoeksmethodologie.....	16
3.1. Paradigma.....	16
3.2. Onderzoeksstrategie	16
3.3. Respondenten.....	16
3.4. Onderzoeksfases	17
3.4.1. Vooronderzoek: toets en analyse (kwantitatief vooronderzoek)	18
3.4.2. Ontwerpfase: literatuuronderzoek en interventiefase	18
3.4.2.1 Interventiegroep.....	18
3.4.2.2 Controlegroep.....	20
3.4.3. Evaluatiefase: nameting en enquête	20
3.4.3.1 Nameting	21
3.4.3.2 Enquête	21
3.5. Betrouwbaarheid & validiteit	21
3.6. Ethiek.....	22
3.7. Tijdspad	22
4. Data analyse en resultaten.....	24
4.1. Vooronderzoek	24
4.1.1. Toets hoofdrekenen	24
4.1.2. Conclusie	27
4.2. Interventiegroep	27
4.3. Evaluatiefase.....	29

4.3.1.	Resultaten van de nameting	29
4.3.2	Resultaten enquête 'verwachtingen onderzoeksgroep'	32
4.3.2.	Conclusie.....	34
5	Beantwoording van de onderzoeksvraag.....	35
5.1	Beantwoording van de deelvragen:	35
5.2	Beantwoording van de onderzoeksvraag.....	36
5.3	Aanbevelingen	37
6	Reflectie en discussie.....	38
6.1	Evaluatie onderzoeksmethoden	38
6.2	Discussie.....	38
7	Literatuur	40
8	Bijlagen	43
8.1	Uitgevoerd vooronderzoek	43
8.2	Interventiefase: Lesvoorbereiding Vermenigvuldigen/delen.....	45
8.3	Interventiefase: werkbladen vermenigvuldigen/delen	49
8.4	Evaluatiefase: nameting	53
8.5	Evaluatiefase: enquête afgenomen onder respondenten.....	55

Samenvatting

In dit onderzoek is een tweetal lessen: 'vermenigvuldigen' en 'delen' ontworpen ten behoeve van de verbetering van het hoofdrekenonderwijs op de onderzoeksschool, een MBO-college met ruim 3000 studenten. Aanleiding van deze ontwikkelde lessen is een afgenomen vooronderzoek van twintig examenopgaven in de vijf categorieën: 'optellen', 'aftrekken', 'vermenigvuldigen', 'delen' en 'breuken', waaruit blijkt dat hoofdrekenresultaten van leerlingen van het eerste jaar van de niveau vier opleiding ICT-mediadeveloper/applicatieontwikkeling ernstig te kort schieten. Met name de resultaten van de hoofdbewerkingen 'vermenigvuldigen' en 'delen' vallen erg op en daarom ook dat de ontwerpfase gericht is op vermenigvuldigen en delen.

De onderzoeksgroep wordt verdeeld in twee groepen: een controlegroep en een interventiegroep. Aan de hand van bewezen effectiviteit van het directe instructiemodel (Hattie, 2009), theorie over de adaptieve leertechnologie van de methode waarmee momenteel gewerkt wordt, de visie van de onderzoeksschool en leertheorieën over hoofdrekenen, is voor de interventiegroep een lesplan opgezet om een tweetal lessen vorm te geven. Twee lessen lijkt wellicht een kleine inspanning voor een onderzoek, maar gezien de individuele aard van het taal- en rekenonderwijs op de onderzoeksschool kan het zeer bijzonder genoemd worden dat er toegestaan wordt twee lessen extra te verzorgen. De controlegroep volgt in de periode van het onderzoek de reguliere individuele lesmethode zonder extra instructie. Tijdens de interventielessen worden resultaten tussentijds geëvalueerd en na afloop van de interventie wordt onder de interventiegroep een tevredenheidsenquête afgenomen om te controleren wat studenten van het effect van de lessen vinden.

Na de ontwerpfase wordt in de evaluatiefase een nameting afgenomen onder zowel controlegroep als interventiegroep. Hierin worden twintig soortgelijke opgaven getoetst als tijdens het vooronderzoek om te controleren in hoeverre het hoofdrekenniveau op het gebied van vermenigvuldigen en delen verbeterd is ten opzichte van het vooronderzoek. Ook worden alle studenten bevraagd over het huidige onderwijs en hun wensen met betrekking tot rekenonderwijs in de toekomst. Aanbevolen wordt om naar aanleiding van dit onderzoek de mogelijkheden van klassikaal onderwijs met instructie en verwerking op de computer met een vaste docent gedurende het schooljaar, verder te onderzoeken.

1. Aanleiding en probleemstelling

1.1. Aanleiding van dit praktijkgericht onderzoek

Dit onderzoek is gericht op het vakgebied rekenen en wordt uitgevoerd op het middelbaar beroepsonderwijs (MBO). Deze praktijkleerwerkplek bestaat uit ongeveer 3000 studenten, die een opleiding kunnen volgen in veertien richtingen en maximaal 100 uitstroomrichtingen. De school is gericht op techniekonderwijs en de leerlingpopulatie bestaat met name uit jongens tussen de zestien en drieëntwintig jaar. Het college werkt vanuit twaalf leerbreinprincipes, die verweven zijn in het onderwijs. Dit wil zeggen dat de gekozen activerende onderwijsvormen aansluiten bij volgens hen beste ontwikkeling van het puberbrein (Dijke, Herman, Kleinloog, Overbeek & van Waal, 2013). In tegenstelling tot de vakopleidingen is voor de opleidingsonderdelen Nederlands, Engels en rekenen niet gekozen voor breinprincipes, maar voor een 'taal- en rekenacademie', waarbij studenten een individueel lesprogramma volgen, geënt op het adaptief onderwijs (Stevens, 1997) dat via de computer is uitgezet. Dit wil zeggen dat er door middel van een 0-meting bepaald wordt welke rekenbehoeften een student heeft, waarna automatisch een leerroute gegenereerd wordt. Er worden lessen en lestoetsen doorlopen tijdens de lestijd en de docent fungeert als begeleider. De student wordt iedere lesweek 40 minuten ingeroosterd voor het vak rekenen, maar afhankelijk van zijn leerroute zal hij thuis, dan wel op school extra moeten werken om het lesprogramma te voltooien. Een goede beheersing van het rekenen is een essentiële voorwaarde voor de verdere ontwikkeling van studenten (Onderwijsraad (z.d.) vindt ook het management op de onderzoeksschool. Omdat het techniekonderwijs betreft, wordt er vanuit hen echter veel ingezet op de inhoudelijke vakkennis die een student heeft, waarmee het inzicht en rekenniveau op peil zou moeten zijn.

Uit resultaten van instellingsexamens rekenen (Bureau ICE, 2015) blijkt dat hoofdrekenresultaten van studenten op een niveau vier opleiding achterblijven: twee derde van de gemaakte fouten in een 3F-rekentoets wordt gemaakt bij het onderdeel hoofdrekenen. En dit terwijl maar liefst één derde van het centraal rekenexamen voor het MBO 3F bestaat uit hoofdrekenen (Cito, 2016). De ervaring van de onderzoeker is dat studenten vaak de rekenmachine gebruiken voor zelfs simpele hoofdrekenopgaven als 12×10 en $56 : 7$. Dit zorgt ervoor dat de onderzoeker zich de vraag stelt: kan de student nog wel hoofdrekenen? Heeft de student extra zorg nodig om beter en sneller te kunnen hoofdrekenen? Welke zorg kan het best geboden worden om het hoofdrekenniveau te verbeteren?

In een onderzoek naar hoofdrekenen kan met verschillende aspecten rekening gehouden worden, zoals de vooropleiding van een student, de motivatie voor het vak rekenen, aangeleerde strategieën in het verleden, docentvaardigheden en benodigde rekenvaardigheden. Omdat een onderzoek naar al deze aspecten te ver voert, heeft de onderzoeker hieruit een selectie gemaakt. De vooropleiding van studenten is zeer divers en verandert de huidige situatie niet en zal hierom buiten beschouwing gelaten worden. Het vak rekenen is een onderdeel van de opleiding die de student volgt. De ervaring leert daarom dat de motivatie voor het vak rekenen doorgaans minder hoog is dan de motivatie voor het beroep dat de student later zal gaan uitvoeren. Als toekomstig rekenspecialist vind ik het

belangrijk dat ons onderwijs optimaal aansluit op de beoogde eisen vanuit het ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschap (Dekker & Bussemaker, 2015). In dit onderzoek wil de onderzoeker daarom in kaart brengen bij welke hoofdbewerkingen zich problemen voordoen door de kennis en vaardigheden van studenten naast de eisen op het 3F-rekenexamen (Cito, 2016) te leggen (benodigde rekenvaardigheden). Om te onderzoeken of het hoofdrekenniveau daadwerkelijk onder de maat is, is onder 49 studenten een vooronderzoek afgenomen van een twintigtal officiële examenopgaven (Cito, 2016). Hieruit is gebleken dat maar liefst 40 tot 70% van deze studenten vermenigvuldig- en deelsommen niet correct oplost. Aan de hand van de resultaten van dit vooronderzoek bestudeert de onderzoeker theoretische modellen om aan de hand hiervan een strategie: interventie, lesprogramma, voor te bereiden en uit te voeren, met de bedoeling het hoofdrekenniveau op het gebied van vermenigvuldigen en delen te verhogen. Hierbij zal ook rekening gehouden worden met de aangeleerde strategieën in het verleden. Op basis van een nameting en een enquête zal gecontroleerd worden of dit lesprogramma het gewenste effect heeft gehad. Hierna zal een advies uitgebracht worden over hoe in de toekomst het hoofdrekenonderwijs beter ingericht zou kunnen worden.

Een gewenste situatie als uitgangspunt voor dit onderzoek is: een resultaatverbetering van het hoofdrekenniveau op schoolniveau. Dit zou kunnen betekenen dat studenten het onderdeel hoofdrekenen op het rekenexamen, beter kunnen maken. Hierdoor is de kans op een hogere score op het 3F-rekenexamen haalbaar. Hiermee kan voldaan worden aan de door het ministerie gestelde voorwaarde voor het rekenexamen van 'een zes op het rekenexamen in 2020' (Dekker & Bussemaker, 2015).

Een ander gewenst resultaat zou kunnen zijn het slagen van deze interventie, waarmee de interventie op zichzelf vaker ingezet zou kunnen worden naast de reguliere methode om het hoofdrekenniveau te bevorderen.

1.2. Onderzoeksdoelgroep

Bij de selectie van de onderzoeksdoelgroep kon gekozen worden uit verschillende doelgroepen. De onderzoeker geeft les in groepen van niveau één t/m niveau vier. Er is gekozen voor studenten die een niveau vier opleiding volgen met de reden dat op termijn een trapsgewijze invoering plaats zal vinden van een slaag-/zakbeslissing (op basis van het examenresultaat voor rekenen). Studenten die een opleiding volgen op niveau vier dienen volgens het besluit van het ministerie van OCW (Dekker & Bussemaker, 2015) voor het eerst over minimaal drie jaar een voldoende te halen voor het centraal rekenexamen om te kunnen diplomeren. Opleidingen op niveau één, twee en drie zullen pas later volgen. Echter, de eerlijkheid gebied te zeggen dat de meeste studenten in deze opleidingen ook op het VMBO hetzelfde 2F-rekenniveau hebben moeten halen. De kans dat het rekenniveau lager is dan de eis, wordt dus met het verstrijken van de jaren dat het rekenonderwijs op het VMBO plaatsvindt, steeds kleiner. Het belang van het verbeteren van het rekenniveau ligt dus hoger bij opleiding op niveau vier. Om deze reden kiest de onderzoeker ervoor om het onderzoek bij een selectie uit niveau vier groepen uit te voeren.

De onderzoeksschool bestaat uit ruim duizend niveau-vier-studenten. Om het onderzoek behapbaar te houden, kies ik hier voor de opleiding ICT applicatieontwikkelaar niveau vier, als representatieve spiegeling van de andere niveau vier opleidingen. De keuze voor de afdeling ICT heeft twee redenen. De eerste reden is dat de voorbeeldexamenresultaten van

deze afdeling op het gebied van hoofdrekenen beduidend lager zijn dan die bij andere niveau vier-opleidingen. Dit onderzoek kan wellicht meer bijdragen aan de hoofdrekenontwikkeling van deze doelgroep. De tweede reden hiervoor is dat de afdeling ICT aankomend schooljaar volledig gekoppeld zal worden aan het rooster van de onderzoeker. Dit onderzoek richt zich op de centrale concepten hoofdrekenen, directe instructiemodel, hoofdbewerkingen, rekenstrategieën en benodigde rekenvaardigheden.

2. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk is het theoretisch kader uitgewerkt. Hier zal verkend worden hoe de referentieniveaus gezorgd hebben voor invoering van het rekenexamen, welke eisen er aan de student gesteld worden met betrekking tot hoofdrekenen en hoe effectieve instructie gegeven kan worden op het gebied van hoofdrekenen en welke strategieën hiervoor gebruikt kunnen worden. Tot slot zullen aan de hand hiervan de onderzoeksvraag en de deelvragen worden opgesteld.

2.1 Invoering van het referentiekader en rekenexamen

In verband met teruglopende rekenresultaten werd in 2009 door het ministerie van onderwijs, cultuur en wetenschap besloten dat het algemeen taal- en rekenniveau te laag is (Gille, Loijens, Noijons & Zwitser, 2009). De commissie Meijerink werd gevraagd een algehele leerlijn te ontwerpen voor het vak rekenen. Deze leerlijn overkoepelt zowel basisonderwijs, middelbaar onderwijs als middelbaar beroepsonderwijs. Binnen deze leerlijn, ook wel referentiekader (Meijerink, 2009) genoemd, worden verschillende niveaus onderkend, waaronder 1F t/m 4F. Zo hoort de MBO-niveau 4 student aan het eind van zijn opleiding generiek referentieniveau 3F te behalen.

Rekenreferentieniveau 3F houdt in dat de leerstof van 1F (basisonderwijs) en 2F (middelbaar onderwijs & MBO niveau 2/3) beheerst dient te worden. Daarnaast dienen er in een rekenopgave meer dan twee stappen gezet te worden voor het antwoord bereikt is. Ook moet de student logische verbanden kunnen leggen tussen vraag en antwoord (Syllabus, 2015). Bij kale hoofdrekenopgaven is dit niet het geval, gezien het ontbreken van de context en dus zouden deze zowel op niveau 2F als niveau 3F beheerst moeten worden. Het Cito centraal rekenexamen 3F, waar dit onderzoek op gebaseerd is, bestaat voor twee derde uit contextopgaven en voor een derde uit hoofdrekenopgaven zonder rekenmachine. Het examen bestaat uit 40 tot 45 opgaven.

2.2 Hoofdrekenen

Het deel van het rekenexamen dat zonder rekenmachine gedaan wordt, bestaat met name uit contextloze opgaven, zoals “ $9,57 \times 8,4$ ” of “ $2515 : 5$ ”.

Hoofdrekenen is een onderdeel dat in alle hierboven beschreven referentieniveaus terug komt, maar strikt genomen kan de student getallen, bewerkingen en symbolen correct noteren en gebruiken, kan hij getallen lezen en uitleggen hoe getallen uit cijfers opgebouwd zijn, kan hij hoofdrekenen met en zonder notatie van tussenresultaten en dient de student de hoofdbewerkingen (+, -, x, :) met gehele en eenvoudige decimale getallen op papier te kunnen uitvoeren, evenals bewerkingen met eenvoudige breuken. Ook kan hij de bovenstaande rekenkundige vaardigheden inzetten in complexe situaties die aan het beroep gerelateerd zijn (Meijerink, 2008).

De hierboven genoemde onderdelen zijn voornamelijk doelen die geëist worden op het 1F en 2F-niveau. Het 3F-niveau betekent voornamelijk een toevoeging aan de al bestaande kennis, waarbij het werken met complexe situaties een toevoeging is.

2.3 Het rekenmuurtje

Studenten leren hoofdrekenen geschiedt volgens diverse stappen. Leren rekenen kan gekenschetst worden als een stapeling van kennis en vaardigheden (Bareka, 2016).

Danhof en Bandstra (2013) hebben een projectgroep geleid die namens de Rijksuniversiteit Groningen, de universiteit van Utrecht en Gent een onderzoek verrichtte naar de voorwaarden om te leren hoofdrekenen. Zij hebben 'Het Rekenmuurtje' ontwikkeld (zie figuur 2.1), waarin zij door middel van vier fasen aan willen geven, van onder naar boven, welke basis gelegd moet zijn vóór het rekenniveau verder ontwikkeld kan worden (de onderste stenen moeten gemetseld zijn, voor je de bovenste kan plaatsen). In dit muurtje is te zien dat het automatiseren van de hoofdbewerkingen aan de basis ligt van verdere rekenontwikkeling. Wil een student komen tot het beoogde rekenniveau, dan zal de basis dus goed moeten zijn. Begrip van de basishoofdrekenbewerkingen is een voorwaarde tot het begrijpen van gecompliceerdere contextopgaven. Het muurtje leidt leerlingen naar niveau 1F, waarna na begrip van alle 'stenen' stappen gemaakt kunnen worden naar niveau 2F en 3F. De vaardigheden vermenigvuldigen en delen kunnen bijvoorbeeld pas goed aangeleerd worden als het getalbegrip tot 100.000 aanwezig is en gemakkelijke deel- en vermenigvuldigssommen beheerst worden. Er mag vanuit gegaan worden dat een leerling die vanaf het VMBO komt, het niveau 2F beheerst, gezien het feit dat dit getoetst wordt in het examenjaar. Dit maakt dat het rekenmuurtje dat naar 1F leidt, geen problemen zou mogen geven.



Figuur 2.1: het rekenmuurtje (Danhof, Bandstra (2016))

2.4 Adaptief leren

Adaptief onderwijs (Stevens, 1997) gaat uit van de basisleerbehoefte van de student. Zij hebben behoefte aan relatie, competentie en autonomie: de student heeft een band met de leerkracht nodig om het gevoel te hebben erbij te horen, dient gekend te worden in wat hij al kan en het vertrouwen te krijgen dit zelf uit te mogen proberen. Uitgaande van deze basis heeft iedere student eigen leerbehoeften. Het adaptief onderwijs heeft de intentie zich aan te passen aan verschillen tussen studenten als het gaat om de effectiviteit om tot leren te komen.

2.5 Adaptieve leertechnologie van Knewton

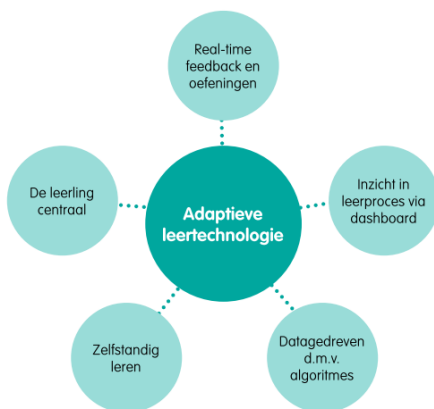
Het onderwijs op de onderzoeksschool is gericht op individueel onderwijs. Studenten werken op eigen niveau aan hun persoonlijke leerroute. De methode Rekenblokken bestaat uit vier rekendomeinen 'Getallen', 'Verhoudingen', 'Meten & Meetkunde', 'Verbanden'. De didactische visie van Rekenblokken gaat uit van gedifferentieerd lesgeven (Malmberg, 2017)

en steunt op de adaptieve leertechnologie van Knewton (Conradi, 2014; zie figuur 2.2). Deze leertechnologie is gericht op het maken van adaptieve digitale leerapplicaties. Hierdoor kan de docent de student begeleiden op maat en heeft daarnaast inzicht in het leerproces. De lespraktijk wordt op die manier gepersonaliseerd. Knewton software verzamelt zogenaamde 'big data', waarmee zaken als rekenniveau, manier van werken en bestede tijd vastgelegd wordt. Het programma geeft suggesties welke taak of oefening gedaan kan worden om het leerproces zo goed mogelijk te laten verlopen.

In de methode kan gebruik gemaakt worden van de zogenaamde 'instaptoets': de computer meet aan de hand van het scoringspercentage op deze toets of er extra leerstof nodig is voor een onderdeel. Aan de hand hiervan wordt een leerroute gegenereerd die doorlopen wordt. Een leerroute bestaat uit lessen met instructiefilmpjes en lestoetsen, waarvan elk onderdeel gemonitord wordt. Na afloop van een leerroute kan een eindtoets afgenomen worden om te controleren of voldaan wordt aan de normen van het betreffende domein. Iedere student zou dus op eigen tempo de methode kunnen doorlopen. Waar docenten op maximaal twee tot drie instructieniveau kunnen functioneren kan dit met onderwijstechnologie op veel meer niveaus. Daarnaast is er extra leermateriaal voor zwakke rekenaars: springstof (Malmberg, 2017) waarmee studenten zelfstandig kunnen werken. Naast de digitale versie kan ook gebruik gemaakt worden van boeken. Om een optimaal resultaat te garanderen adviseert Malmberg in hun visie (Malmberg, 2017) gebruik te maken van verschillende leermiddelen (boeken en digitaal), leerstijlen, werkvormen en leerroutes. Op de onderzoeksschool is gekozen voor de volledig digitale versie, waarbij de nadruk ligt op het individuele traject dat de student doorloopt. De docent fungeert daarbij als begeleider om de student zo effectief en zelfstandig mogelijk door zijn leertraject heen te helpen (Dijke, Herman, Kleinloog, Overbeek & van Waal, 2013).

Malmberg (Conradi, 2014) geeft in de visie aan dat het leerproces van adaptief onderwijs niet alleen efficiënter is, maar ook effectiever. Leerlingen krijgen tussentijdse feedback op eigen niveau, waardoor vorderingen in het behalen van een vooraf vastgesteld doel en betrokkenheid bij het uitvoeren van opdrachten beïnvloed kan worden.

Het kennisnet Trendrapport (2014, 2015) geeft scepsis aan ten opzichte van de adaptieve leertechnologie en het gebruik van 'big data', omdat dat het werk van de leraar teveel uit handen zou nemen: "Juist door deze technologie kun je je als leerkracht in de les bezighouden met studenten die extra begeleiding nodig hebben, terwijl tegelijkertijd ook de voortgang van de overige leerlingen wordt vastgelegd. Uiteindelijk zorgt dit voor opbrengstgerichter werken", brengt Malmberg (2017) daar tegenin.

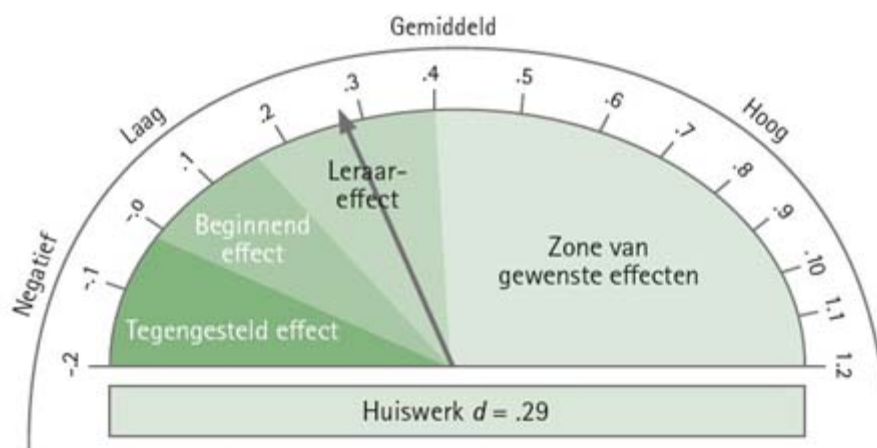


Figuur: adaptieve leertechnologie (Conradi, 2014; Malmberg, 2015)

2.6 Effectieve instructie

Wanneer een docent een les goed voorbereidt, uitvoert en evalueert, blijkt dat studenten goede leerresultaten behalen (Hattie, 2009). Laatstgenoemde heeft baanbrekend onderzoek verricht op het gebied van effectieve instructie en maakte een synthese van meer dan 800 andere onderzoeken om uit deze gegevens conclusies over effectiviteit te trekken. Aan de hand van een lijst van meer dan 150 factoren die leerprestaties beïnvloeden berekende hij met behulp van een statistische formule de effectgrootte. Hij toonde aan dat 95% van een “leerkracht ingreep” effect heeft op het leergedrag. Doordat we vaak een nullijn hanteren (nul is geen effect), gaat de leerkracht er al snel vanuit dat hij door kan gaan met dezelfde handeling: hij heeft immers effect. Door alle verschillende meta-analyses te combineren toonde Hattie (2009) aan dat de gemiddelde effectgrootte 0,40 is. Hij toonde ook aan dat een handeling een negatief effect kan hebben (zoals bijvoorbeeld zomervakantie: -0,02). Alles boven nul, maar onder de 0,40 kan wel degelijk effect hebben maar kun je beter vervangen door een handeling met méér effect. De effectgrootte van 0,40 noemt Hattie het ‘scharnierpunt’. Alles voorbij dit punt valt binnen de zone van gewenste effecten en heeft een positief effect op de ontwikkeling van een leerling. Hiermee ontwikkelde hij een duidelijk beeld van welke handelingen meer of minder effect hebben op de ontwikkeling van een leerling.

Het lesgeven volgens het directe instructiemodel heeft een enorm effect op de leeruitkomsten van studenten. Bij het directe instructiemodel bepaalt en draagt de docent de leerdoelen uit, demonstreert door te modelleren, checkt of stof begrepen is, maar controleert ook aan het einde van de les wat studenten hebben geleerd en hoe dat in het totaalplaatje past. Het directe instructiemodel heeft een effect van 0,59 en valt daarmee ruim binnen de zone van gewenste effecten (Hattie, 2009). Zie figuur 2.3 voor een gedetailleerde versie van de effectgrootte van interventies.



Sleutel	
Standaardafwijking	.027 (laag)
Rangorde	88
Aantal meta-analyses	5
Aantal onderzoeken	161
Aantal effecten	295
Aantal mensen (4)	105.282

Interventie	Effectgrootte
Feedback	.73
Metacognitieve strategieën	.69
Directe instructie	.59
Uitleg in stappen	.57
Doelen stellen	.56

Interventie	Effectgrootte
Veelvuldig toetsen	.34
Onderzoekend leren	.31
Geïndividualiseerde instructie	.23
Probleemgestuurd leren	.15
Niveaugroepen	.12

Figuur 2.3: effectgrootte van interventies (Hattie, 2009)

De effectgrootte van een onderwijsvorm zoals op de onderzoeksschool, waarbij geïndividualiseerde instructie de enige vorm van instructie is, blijkt slechts 0,23 te zijn. Ook veelvuldig toetsen (intake, lestoetsen, eindtoetsen), wat het belangrijkste middel van controle is, blijkt een effectgrootte van slechts 0,34 te hebben. Er is wel degelijk effect, maar beperkt. Daarentegen scoort feedback, wat op de onderzoeksschool de belangrijkste vorm van instructie is, hoger dan directe instructie. Wordt daarmee aangetoond dat feedback effectiever is dan een directe instructie? **Nee!** Directe instructie is te combineren met het geven van feedback tijdens het uitwerken van de opdrachten, waarmee de effectiviteit verhoogt. Het kan dus effectiever als er gecombineerd wordt. Daarnaast moet meegenomen worden dat niet alle studenten om feedback vragen. Ook metacognitieve strategieën kunnen een groot effect hebben op de leeropbrengst, wat, ook kijkend naar ook de leerpiramide van Bales een leerwinst oplevert van maar liefst 80%. In de praktijk is het uitvoeren van een directe instructie ongebruikelijk, klassikale situaties zijn ongewoon, waarmee metacognitie een onderwijsvorm zou zijn die goed gecombineerd zou kunnen worden met directe instructie, zodat een hoge effectgrootte bereikt kan worden. Momenteel is dit niet haalbaar in het individueel onderwijs.

Vernooy (2005) stelt dat het directe instructiemodel het meest effectieve model is. Ook concludeert hij dat langdurig individueel onderwijs leidt tot passiviteit en leerkrachtafhankelijk gedrag, wat naar de mening van de onderzoeker niet gestimuleerd dient te worden, gezien de intentie om jongvolwassenen te leren eigen verantwoordelijkheid te nemen. Individueel onderwijs kan op deze manier wel als 'extra ondersteuning' dienen, maar niet als basisvorm van onderwijs.

2.7 Vermenigvuldigen

Deze basis van vermenigvuldigen zou aanwezig moeten zijn, maar blijkt niet of in mindere mate ontwikkeld te zijn, waardoor een achterstand ontstaat in het vlot en geautomatiseerd rekenen. Er worden in het realistisch rekenen meerdere strategieën gebruikt om kolomsgewijs te vermenigvuldigen. Twee voorbeelden van oplossingswijzen zijn hieronder uitgewerkt in figuur 2.4 en 2.5.

Manier 1a: Van links naar rechts, van groot naar klein

45	Stap 1: $20 \times 40 = 800$
25	Stap 2: $20 \times 5 = 100$
$\times$	Stap 3: $5 \times 40 = 200$
800	Stap 4: $5 \times 5 = 25$
100	Stap 5: $800 + 100 + 200 + 25 =$
200	1125
25	
$+$	
1125	

Manier 1b: Van rechts naar links, van klein naar groot

45	Stap 1: $5 \times 5 = 25$
25	Stap 2: $5 \times 40 = 200$
$\times$	Stap 3: $20 \times 5 = 100$
25	Stap 4: $20 \times 40 = 800$
200	Stap 5: $25 + 200 + 100 + 800 =$
100	1125
800	
$+$	
1125	

Figuur 2.4: manier 1a en 1b: vermenigvuldiging uitschrijven (van links naar rechts en rechts naar links)

Manier 2: Van rechts naar links, met onthouden

45	Stap 1: $5 \times 5 = 25$; 5 opschrijven, 2 onthouden
25	Stap 2: $5 \times 4 = 20$; 20 + 2 = 22 opschrijven
$\times$	Stap 3: 0 opschrijven
225	Stap 4: $2 \times 5 = 10$; 0 opschrijven, 1 onthouden
900	Stap 5: $2 \times 4 = 8$; 8 + 1 = 9 opschrijven
$+$	Stap 6: $225 + 900 = 1125$
1125	

Figuur 2.5: manier 2: vermenigvuldiging onthouden (van rechts naar links)

Inzichtelijk kun je concluderen dat manier 1 meer inzicht geeft in de verschillende delen van de opgave, terwijl manier twee een snellere en verkorte manier van opschrijven geeft.

Het realistisch rekenen beoogt rekenaars zelf naar de oplossing te laten zoeken (Freudenthal Instituut (2012)). Voor zwakke rekenaars is het echter verstandig om slechts één strategie aan te leren, zodat leerlingen deze strategieën niet door elkaar kunnen halen, zegt Ruijsseenaars (2004). Ook is het verstandig zelf de strategie aan te dragen, omdat zij zelf vanwege hun rekenzwakte niet op het antwoord komen.

2.8 Delen

In het rekenonderwijs worden verschillende strategieën gebruikt voor het oplossen van deelsommen. Zo kan gewerkt worden met de staartdeling ofwel herhaald aftrekken. Een decennium geleden werd op de staartdeling veel kritiek geleverd: de staartdeling zou niet aansluiten bij het realistisch rekenen, waardoor voor kinderen veel lastiger te begrijpen is hoe ze de deelsom oplossen. Zo schreef ook het KNAW (2009). Om een deelsom beter inzichtelijk te maken zou niet functioneel, maar realistisch gerekend moeten worden. De realistische rekenmethodes werken met herhaald aftrekken. De inzichtelijkheid wordt gecreëerd doordat altijd dezelfde procedure wordt gehanteerd, zowel voor optellen,

afrekken, delen als vermenigvuldigen zegt ook het Freudenthal Instituut (2012). Ook wordt er gewerkt met het gehele honderdtal, tiental of de eenheid, in tegenstelling tot de staartdeling, waarbij steeds met een deel van het getal gerekend wordt.

Toch heeft delen volgens de herhaald-aftekwijze ook nadelen, meent het Freudenthal instituut (2012): er worden snel fouten gemaakt bij het van elkaar afhalen van de getallen en ook worden cijfers omgedraaid (6-4 wordt 4-6). Daarnaast is gebleken uit onderzoek (van der Putten, 2005) dat meer leerlingen een staartdeling correct oplossen dan een herhaald-afteksum (respectievelijk 62 tegen 68%). Tegenstanders van de staartdeling (van den Heuvel- Panhuizen in Ros, 2009) zeggen dat de resultaten van een staartdeling dan misschien beter lijken, maar dat een rekenprocedure die begrepen wordt pas houvast geeft en dat dit niet het geval is bij de staartdeling. Omdat de staartdeling een 'truc' met cijfers is, is het begrip vaak niet aanwezig bij het uitrekenen van een deelsom. Daar voegt van den Heuvel-Panhuizen in Ros (2009) aan toe dat de herhaald-afteksum wel correct uitgelegd moet worden en veel ingeoeft dient te worden. In figuur 2.6 is twee maal dezelfde deelsom uitgewerkt: één keer volgens de methode 'herhaald kolomsgewijs aftrekken', één keer volgens de 'staartdeling'.

The figure consists of two photographs of handwritten calculations for the division $9,15 : 1,2$.

The left photograph shows the 'repeated column-wise subtraction' method. It starts with $9,15 : 1,2 =$ and $9,15 : 120$. The calculation proceeds by subtracting multiples of 120 from 915 (treating the decimal as if it were not there). The steps are: $915 - 600 = 315$ (labeled $5 \times$), $315 - 240 = 75$ (labeled $2 \times$), $75 - 48 = 27$ (labeled $0,4 \times$), $27 - 24 = 3$ (labeled $0,2 \times$), $3 - 0 = 3$ (labeled $0,02$), $3 - 0 = 3$ (labeled $0,005$), and finally $3 - 0 = 0$. The final result is $7,625$.

The right photograph shows the 'long division' method. It starts with $9,15 : 1,2$ and $120 \overline{) 915}$. The calculation proceeds by dividing 915 by 120. The steps are: $120 \times 7 = 840$, $915 - 840 = 75$, $120 \times 6 = 720$, $750 - 720 = 30$, $120 \times 2 = 240$, $300 - 240 = 60$, and finally $120 \times 5 = 600$. The final result is $7,625$.

Figuur 2.6: delen volgens respectievelijk herhaald kolomsgewijs aftrekken, staartdeling.

2.9 Onderzoeksvraag en deelvragen

Aan de hand van de beschreven aanleiding, probleemstelling en de uitwerking van het theoretisch kader is de volgende onderzoeksvraag en zijn de volgende deelvragen tot stand gekomen.

Onderzoeksvraag

Hoe draagt het inzetten van twee klassikale lessen¹ over vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel bij aan het verbeteren van het hoofdrekenniveau van eerstejaarsstudenten van de niveau vier-opleiding “ICT Applicatie- en Mediaontwikkelaar”?

Deelvragen

Hoeveel procent en welke categorieën hoofdbewerkingen van de twintig hoofdrekenopgaven geselecteerd uit het centraal rekenexamen wordt door ICT-studenten uit het eerste jaar van een niveau 4 opleiding fout gemaakt?

Welk effect heeft het inzetten van twee klassikale lessen over vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel op de werkhouding, leerresultaten en het begrip van de opgaven van de studenten van de interventiegroep?

Hoeveel procent resultaatverschil is te meten tussen resultaten van het afgenomen vooronderzoek ten opzichte van de afgenomen nameting die studenten niveau vier ICT gemaakt hebben na het volgen van twee lessen over de hoofdbewerkingen vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel?

Welke verwachtingen hebben studenten van de niveau vier opleiding- ICT als het gaat om het rekenonderwijs?

Wanneer kan gesproken worden van een succesvol ingezette interventie? De methode Rekenblokken (Malmberg) hanteert een scorepercentage van minimaal 75% voldoende scorende studenten, wat dan ook mijn uitgangspunt bij het onderzoek is.

3. Onderzoeksmethodologie

In dit hoofdstuk zal worden uitgewerkt welk paradigma en welke onderzoeksstrategie gebruikt zijn om tot de onderzoeksresultaten te komen, hoe de respondentengroep samengesteld is, welke fases het onderzoek kent en daarnaast hoe in het kader van de betrouwbaarheid, validiteit en ethiek het onderzoek goed uitgevoerd is. Tot slot is er een tijdspad in schema uitgewerkt.

3.1. Paradigma

Dit onderzoek wordt benaderd vanuit het kritisch- emancipatorisch paradigma (Cohen, Manion & Morrison (2000). Dit paradigma is verankerd in handelen, dat wordt geïnspireerd door reflectie en gericht is op emancipatie. Immers, aan de hand van het vooronderzoek wordt gereflecteerd hoe gehandeld kan worden. De kennisverwerving die gedaan is voor dit onderzoek is bedoeld om de zogenoemde machtsstructuren bloot te leggen en de weg vrij te maken voor het bevorderen van individuele en maatschappelijke vrijheid (Lange, Schuman, Montesano Montessori, 2011). Die machtsstructuren uiteten zich in gemaakte managementkeuzes op het gebied van onderwijsvormen. Door dit onderzoek is er nieuwe informatie beschikbaar die meer vrijheid creëert op het gebied van diezelfde onderwijsvormen; is dit nog wel het beste of kan het beter? Kritische theorie is gericht op het vergroten van het bewustzijn van de onderzoeker en om te bevorderen dat studenten optimaal worden onderwezen. Van daaruit heeft de onderzoeker een adviserende rol op het gebied van rekenbehoeften en verbeteringsmogelijkheden aan de hand van dit onderzoek.

3.2. Onderzoeksstrategie

Dit onderzoek is een ontwerponderzoek, maar heeft ook raakvlakken met actieonderzoek. De overeenkomst in deze is het feit dat de onderzoeker en betrokkenen samen een verbetering in de praktijksituatie tot stand brengen (Bruïne, Everaert, Harinck, de Groot & van de Ven, 2011). Het verschil is echter de participatie van de respondenten, die buiten de deelname niet dusdanig groot is dat van een invloed op de interventie gesproken kan worden..

Het onderzoek betreft een probleem dat in de praktijk is vastgesteld op basis van vooronderzoek. Er is een behoefteanalyse uitgevoerd, waarin de huidige situatie, de gewenste situatie en de discrepantie ertussen is vastgesteld (Lange, et al., 2011). Dit vooronderzoek betreft de twintigtal gemaakte 3F-examenopgaven van het CITO rekenexamen uit 2015 en daarnaast de gedane literatuurstudie. Het ontwerp vindt plaats op basis van resultaten uit de literatuurstudie en de resultaten, verworven uit het vooronderzoek (Lange, et al., 2011). Een ontwerponderzoek dient een bruikbaar product op te leveren en pragmatisch te zijn (Lange, et al., 2011). Het ontwerp van dit product wordt getest tijdens de evaluatiefase.

3.3. Respondenten

Het onderzoek wordt uitgevoerd onder 49 studenten van het eerste jaar niveau vier ICT applicatieontwikkelaar en mediadeveloper. Voor deze doelgroep is gekozen, omdat het vooronderzoek is uitgevoerd in deze groepen (zie hoofdstuk 1.2), waardoor de ontworpen interventie in de evaluatiefase gecontroleerd kan worden. Alle 49 studenten hebben deelgenomen aan Nederlandstalig basisonderwijs en vervolgonderwijs, waarmee taligheid of begrip van de taal in rekenopgaves geen ruis veroorzaakt in de resultaten. Daarnaast volgen alle deelnemers onderwijs volgens de Beroeps- Opleidende Leerweg. Alle 49 respondenten

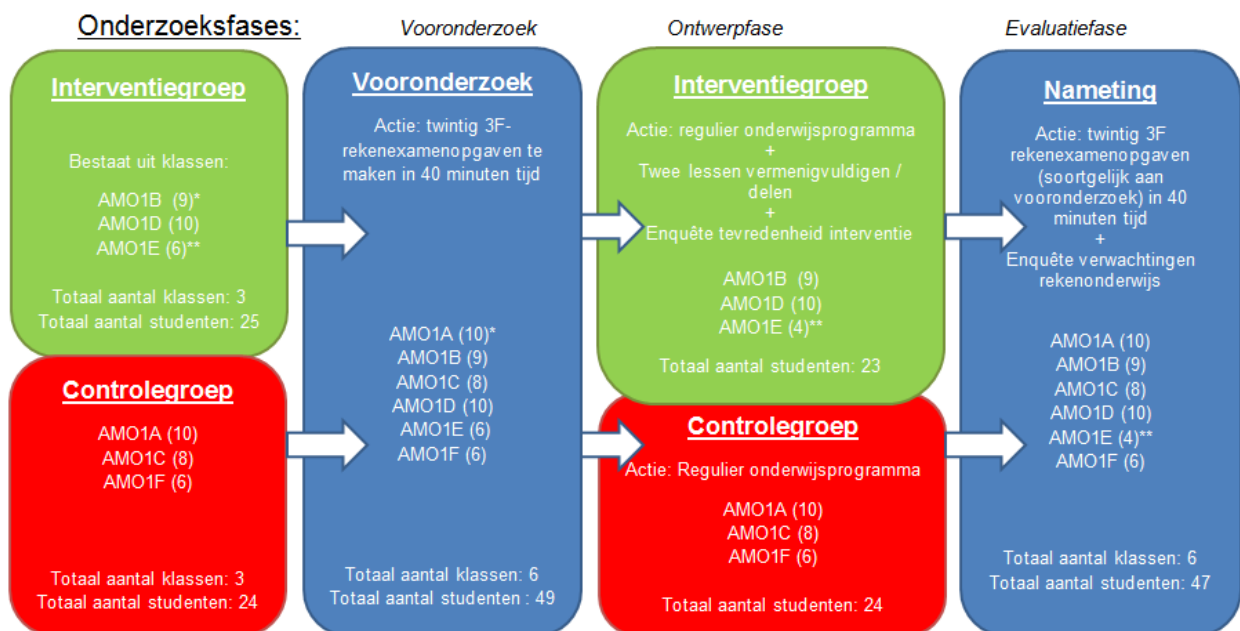
zijn jongens met een gemiddelde leeftijd van zeventien jaar. De respondenten hebben op verschillende basis- en voortgezetonderwijsscholen onderwijs gevolgd. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat inhoudelijk verschillende onderwijsmethodieken gebruikt zijn om tot het hoofdreknen te komen. De willekeurige samenstelling van de groepen maakt dat de resultaten van dit onderzoek niet berusten op niveauverschillen tussen de klassen of respondenten, maar op een eventueel doorgemaakte groei naar aanleiding van de interventie. De keuze voor AMO1B, AMO1D en AMO1E als interventiegroep is gemaakt omdat een combinatie van deze leerlingaantallen zou zorgen voor een splitsing door de helft van het totale aantal respondenten.

Aanvankelijk is de respondentengroep gestart met 49 studenten. Na het vooronderzoek zijn twee studenten uit klas AMO1E echter gestopt met de opleiding, waardoor zij niet verder zullen deelnemen aan het onderzoek. In de interventiegroep en de nameting wordt dus gewerkt met 47 respondenten.

Naast de respondenten is ook de werkplekbegeleider betrokken geweest bij dit onderzoek. Hij is coördinator van de afdeling Applicatieontwikkeling en heeft actief meegewerkt aan het plannen van de interventies.

3.4. Onderzoeksfases

Hieronder is schematisch weergegeven uit welke onderdelen dit onderzoek is opgebouwd, onder hoeveel respondenten het onderzoek is afgenomen en uit welke groepen de interventie bestaat. Verderop in dit hoofdstuk zullen deze onderdelen verder uitgewerkt worden.



*De getallen tussen de haakjes achter de klassen geven aan hoeveel studenten er in deze groep zaten ten tijde van deze onderzoeksfase.

**2 studenten uit klas AMO1E zijn na de voormeting met de opleiding gestopt wat het verschil in leerlingaantal tussen de voor- en nameting verklaart).

3.4.1. Vooronderzoek: toets en analyse (kwantitatief vooronderzoek)

Het vooronderzoek (bijlage 8.1) bestaat uit een twintigtal opgaven uit vier voorbeeldexamens (CVT, 2017) die in te delen zijn in zes categorieën:

- optellen (3 sommen)
- aftrekken (4 sommen)
- vermenigvuldigen (3 sommen)
- delen (4 sommen)
- breuken (2 sommen)
- combinatiecategorie van twee bewerkingen (delen & vermenigvuldigen (4 sommen)).

Er wordt in het kader van correct uitvoeren van opgaven enkel gekeken naar de oplossing van de opgaven en niet naar de berekening. Voor deze opgaven krijgt iedere student 40 minuten de tijd. Beoordeeld wordt de hoeveelheid goed- en foutgemaakte sommen alsook de categorie waarin de student fouten maakt. De student zal niet individueel op zijn prestaties beoordeeld worden, dit zal per groep bekeken worden. De tijd is gebaseerd op het centraal examen rekenen. Voor een 3F-examen heeft een student 120 minuten de tijd. Een derde van dit examen betreft hoofdrekenopgaven, waarmee 40 minuten een reële schatting is. De resultaten van het vooronderzoek komen naar voren in de eerste deelvraag

Hoeveel procent van de hoofdrekenopgaven in het afgenomen vooronderzoek met twintig opgaven geselecteerd uit vier centrale rekenexamens 3F wordt gemiddeld voldoende gemaakt? (analyse van cito/ vooronderzoek)?

Het antwoord op de eerste deelvraag aan de hand van de resultaten van het vooronderzoek bepaalt tevens aan welke hoofdbewerkingen aandacht besteed dient te worden tijdens de ontwerpfase.

3.4.2. Ontwerpfase: literatuuronderzoek en interventiefase

Tijdens de ontwerpfase wordt aan de hand van het resultaat van het vooronderzoek een interventie uitgewerkt. In het literatuuronderzoek en het vooronderzoek is gekeken wat voor interventie het best kan worden ingezet en op welke manier dit zo effectief mogelijk is om het percentage goede antwoorden te verhogen.

Welk effect heeft het inzetten van twee klassikale lessen over vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel op de werkhouding, leerresultaten en het begrip van de opgaven van de studenten van de interventiegroep?

Uit het vooronderzoek is gebleken dat studenten erg slecht scoren op het gebied van vermenigvuldigingen en delingen. De onderzoeker kiest er daarom voor zich te richten op deze hoofdbewerkingen. Op basis daarvan heeft de onderzoeker de groep verdeeld in twee groepen: een interventiegroep en een controlegroep.

3.4.2.1 Interventiegroep

In de ontwerpfase krijgen de 23 respondenten van de interventiegroep uit de klassen AMO1B, AMO1D, AMO1E twee extra lesbijeenkomsten van 40 minuten aangeboden, waarin de hoofdbewerkingen vermenigvuldigen en delen aan bod komen. Deze lesbijeenkomsten

worden gegeven aan de hand van het directe instructiemodel, omdat hiervan de effectiviteit is aangetoond (Hattie, 2009). Daarnaast is het in het onderwijssysteem dat op de onderzoeksschool gehanteerd wordt, efficiënt en mogelijk met deze doelgroepen interventies te plannen.

Een belangrijk onderdeel van zowel vermenigvuldigen als delen is de strategie die gebruikt wordt. Omdat de beginsituatie van iedere respondent anders kan zijn, is het belangrijk goed te onderzoeken welke kennis aanwezig is bij de student, of er op die kennis voortgeborduurd kan worden. Is er geen voorkennis met betrekking tot deze hoofdbewerking, dan moet de onderzoeker de efficiëntste strategie kiezen. De lesvoorbereiding volgens Korthagen (1998) is terug te vinden in zie bijlage 8.2.

Allereerst krijgt de student een voorbeeldsom en probeert deze correct en op eigen wijze op te lossen. Vervolgens kijkt de onderzoeker deze opgave na. Is deze correct opgelost, dan mag deze student de instructie vrijwillig volgen of overslaan en zijn eigen strategie gebruiken. Hiervoor krijgt hij een opgavenvel met daarboven een instructie (aangepast op de strategie die de student gebruikt) en een tiental opgaven om in te oefenen. Studenten die de opgaven fout beantwoorden, krijgen één strategie aangeleerd. De instructie volgens het directe instructiemodel vindt plaats volgens de leercirkel van Kolb, startend bij de denker (hoe werkt deze strategie?), beslisser (stapsgewijs samen de som doen), doener (inoefenen) en dromer (controleren en verbeteren).

Vermenigvuldigen

Bij vermenigvuldigen kunnen meerdere strategieën gebruikt worden. In dit onderzoek is gekozen voor kolomsgewijs rekenen, waarbij de volledige som uitgeschreven wordt. Hiervoor is gekozen omdat op deze wijze inzichtelijk gebruik gemaakt wordt van de eenheden, tientallen en honderdtallen, zoals ze in de som benoemd zijn.

$$\begin{array}{r} 255 \\ \times 16 \\ \hline 1530 \\ 2550 \\ \hline 4080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 18 \\ \hline 224 \\ 280 \\ \hline 504 \end{array}$$

2 cijfers achter de komma

Omdat de examenopgaven ook bestaan uit vermenigvuldigingen met komma, zal hier tijdens de instructie ook aandacht aan besteed worden..

Delen

Net als bij de vermenigvuldigingsopgaven kiest de onderzoeker voor één inzichtelijk begrijpelijke oplossingswijze, om te voorkomen dat studenten verschillende oplossingswijzen door elkaar halen. Daarnaast wordt er op de onderzoeksschool gewerkt met de realistische rekenmethode Rekenblokken van Malmberg, waardoor herhaald aftrekken de meest voor de hand liggende wijze voor het oplossen van deelsommen vormt.

Bijzonderheid twee extra lessen

Gezien de individuele aard van het taal- en rekenonderwijs op de onderzoeksschool kan het zeer bijzonder genoemd worden dat er toegestaan wordt twee lessen extra te geven. Niet alleen omdat er letterlijk 'les' gegeven wordt, wat niet gebruikelijk is, maar ook omdat hiermee het reguliere rooster van 1200 uur per jaar, waarvan rekenen slechts een klein onderdeel is, extra belast wordt bovenop de gestelde 1200-urennorm. Dit kan de lezer dan ook zien als actie met hopelijk als gevolg een onderwijsverbetering die ervoor zorgt dat de onderzoeksschool zich realiseert dat het onderwijs ook op deze manier ingericht kan worden.

Er zijn twee lessen voorbereid met behulp van het lesmodel van Korthagen (1998) die toegevoegd zijn in bijlage 8.2 en daarnaast een viertal werkbladen die gebruikt worden om vermenigvuldigen en delen in te oefenen (bijlage 8.3) .

Enquête

Naar aanleiding van de interventie is een enquête uitgevoerd die de tevredenheid en ervaringen van de interventiegroep na de interventie toetst. Resultaten hiervan zijn terug te vinden in hoofdstuk 4.2 'ontwerpfase'.

Respondenten geven in vier categorieën aan hoe tevreden zij zijn over de lesinterventies 'vermenigvuldigen' en 'delen'. Ook wordt gevraagd hoe tevreden zij zijn over het regulier rekenonderwijs op de onderzoeksschool. Bij beiden kan deze keuze toegelicht worden. Op die manier kan vergeleken worden of de tevredenheid van de lesinterventies verschilt van de reguliere lessen. Naast deze vraag wordt respondenten de vraag gesteld in hoeverre de gegeven lessen helpen om beter te kunnen hoofdrekenen en of zij de nameting beter hebben kunnen maken dan het vooronderzoek.

Het doel van bovenstaande vragen is om te vergelijken of een verandering in resultaten tussen voormeting en nameting ook door de studenten benoemd wordt in de enquête. Dit laatste kan ook de resultaten ondersteunen en verhoogt de validiteit.

De afgenomen enquête is toegevoegd in bijlage 8.5. Het betreft het bovenste deel van deze enquête.

3.4.2.2 Controlegroep

De controlegroep bestaat uit 24 respondenten uit de klassen AMO1A (10), AMO1C (8), AMO1F (6). Deze studenten volgen de reguliere individuele onderwijsmethode van 40 minuten rekenen per week, net als ook de interventiegroep. Daarentegen krijgen zij geen extra lessen aangeboden op het gebied van vermenigvuldigingen en delingen. Het aanbod van de reguliere lessen is niet aangepast aan de interventie en doorloopt de leercyclus zoals deze normaal zou verlopen. De verwachting is dat de resultaten van vermenigvuldigen en delen gelijk blijven gezien deze groep geen extra les ontvangt, echter kan het zijn dat de reguliere methode meer aandacht heeft besteed aan vermenigvuldigen en delen. Dit zou dan echter ook te zien moeten zijn bij de interventiegroep. Op die manier zijn de resultaten te controleren op validiteit.

3.4.3. Evaluatiefase: nameting en enquête

De evaluatiefase bestaat uit twee onderdelen: een nameting en een enquête.

3.4.3.1 Nameting

Na de interventie nemen 23 studenten uit de controlegroep (AMO1A, AMO1C, AMO1F) en 24 studenten uit de interventiegroep (AMO1B, AMO1D, AMO1E) deel aan de nameting. De nameting bestaat uit twintig soortgelijke voorbeeldexamenopgaven als tijdens de vooronderzoek (bijlage 8.4). Voor deze nameting krijgen de studenten wederom 40 minuten de tijd. Zij proberen in deze tijd zoveel mogelijk optel-, aftrek-, vermenigvuldig-, deel- en breuksommen correct op te lossen.

De resultaten van de controlegroep zijn op twee manieren vergeleken: resultaten van voor- en nameting worden één op één naast elkaar gelegd. Daarnaast worden de resultaten van studenten mét interventie vergeleken met de studenten zónder interventie. Aan de hand hiervan kan bepaald worden of en hoe het inzetten van de extra instructie zinvol blijkt bij het verbeteren van de score op hoofdrekengebied van het examen.

Hoeveel procent resultaatverschil is te meten tussen resultaten van het afgenomen vooronderzoek ten opzichte van de afgenomen nameting die studenten niveau vier ICT gemaakt hebben na het volgen van twee lessen over de hoofdbewerkingen vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel?

3.4.3.2 Enquête

Onder zowel de interventiegroep als de controlegroep wordt daarnaast een enquête afgenomen die wensen en verwachtingen van studenten met betrekking tot het rekenonderwijs in kaart brengt. In de eerste vraag kunnen zij hun voorkeur aangeven voor vormen van onderwijs (tweede helft van bijlage 8.5). Het doel van deze keuzes is te meten of ons onderwijs aansluit bij de verwachtingen van de leerling. Hiermee kan eventueel een verband gelegd worden tussen de resultaten van het onderzoek en de tevredenheid over het regulier onderwijs.

Welke verwachtingen hebben studenten van de niveau vier opleiding- ICT als het gaat om het rekenonderwijs?

3.5. Betrouwbaarheid & validiteit

Een onderzoek mag betrouwbaar genoemd worden als deze dezelfde resultaten oplevert als het op exact dezelfde manier wordt herhaald (Kallenberg, 2007). Om dit te garanderen, kiest de onderzoeker ervoor studenten van dezelfde doelgroep (ICT, niveau 4) te onderzoeken. Op die manier kunnen resultaten uit de voormeting niet gebaseerd zijn op het feit dat de leerling een andere vorm van technisch onderwijs volgt (een student ICT krijgt in de vakopleiding beroepsgericht wiskunde aangeboden in tegenstelling tot een student mediavormgeving die dat niet krijgt).

In het onderzoek maakt de onderzoeker tijdens de nameting gebruik van gelijksoortige hoofdrekenopgaven als tijdens de vooronderzoek. Hiervoor is gekozen om de studentresultaten van vooronderzoek en nameting met elkaar te kunnen vergelijken en te zien of er een verbetering heeft plaatsgevonden in correctheid.

In de evaluatiefase is niet alleen uitgegaan van onderzoeksresultaten, maar zijn de studenten ook bevraagd middels een enquête. Hierin wordt gevraagd naar de ervaringen met de extra les, leerbehoeften en tevredenheid. Hierdoor worden conclusies met betrekking

tot het effect van dit onderzoek niet alleen gebaseerd op cijfers, maar ook of de ervaring past naast de behaalde resultaten. Hebben de studenten hetzelfde idee als de cijfers uitwijzen?

3.6. Ethiek

De studenten die deelgenomen hebben aan het onderzoek zijn volledig geanonimiseerd en voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek ingelicht over de anonimiteit van dit onderzoek. De leerlingen uit het onderzoek zijn niet ingedeeld op basis van intelligentie en dus niet gebaseerd kunnen zijn op een specifiek vakgebied waarin zij uitblinken.

Aan de hand van het rooster van de onderzoeker is bepaald dat de klassen 1B, 1D & 1E deelnemen aan de interventie. Studenten van de klassen 1A, 1C, 1F zijn onthouden van een interventie. In totaal betreft dit 24 studenten. Concreet betekent dit dat de helft van de leerlingen wordt onthouden van extra training. Dit zou als ethisch dilemma kunnen worden gesteld. Immers: hebben deze studenten geen recht op ondersteuning? Om te kunnen vergelijken of het inzetten van deze interventie wel of geen meerwaarde heeft, worden deze studenten bij dit onderzoek van interventie uitgesloten. Als uit dit onderzoek blijkt dat het een positief effect heeft om studenten extra ondersteuning te bieden op het gebied van deze hoofdbewerkingen, kan deze ondersteuning alsnog aangeboden worden. Dit is ook opgenomen in de gewenste resultaten. Mocht er dus naar aanleiding van resultaten van dit onderzoek door de rekensectie besloten worden dit in te zetten dan zullen zij alsnog, alsmede alle andere 2940 studenten die niet deelgenomen hebben, effect hebben van de training.

Studenten hebben op het ingevulde vooronderzoek enkel hun klas genoteerd en zijn geregistreerd op een aanwezigheidslijst. Er is dus niet uit de resultaten van het onderzoek te halen wie welk vooronderzoek gedaan heeft. Resultaten kunnen dus enkel op basis van klas vergeleken worden met elkaar. Hier komt de onderzoeker op terug in de reflectie.

De onderzoeker geeft de reguliere rekenles aan alle klassen die deelgenomen hebben aan het onderzoek. De resultaten van één klas verschillen dus niet van de resultaten van één andere klas doordat één klas wel les heeft gehad van de onderzoeker en de andere klas niet. Hierdoor kunnen de didactische vaardigheden of de band van de onderzoeker met de klas niet van invloed zijn op de resultaatverschillen tussen de klassen.

Voorafgaand aan de verschillende onderdelen van dit onderzoek is door de onderzoeker aan de deelnemende respondenten verteld wat het doel is van dit onderzoek: de onderzoeker wil het hoofdrekenniveau nader bestuderen (vooronderzoek) en proberen te verbeteren aan de hand van lessen over vermenigvuldigen en delen (ontwerpfase) en vervolgens controleren of het een zinvolle toevoeging is geweest aan het ontwikkelingsproces (nameting en enquête).

Alle resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op door studenten ingevulde formulieren.

3.7. Tijdspad

Het onderzoek geschiedt volgens de opbouw:

Vooronderzoek → Ontwerp en uitvoering interventie → Nameting, evaluatiefase

Onderzoeksbestek

	Week 2016												Week 2017																															
Acties	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Opzet onderzoek																																												
Opzetten vooronderzoek																																												
Opzetten nameting																																												
Informatievoorziening ICT-docenten																																												
Uitvoeren vooronderzoek																																												
Verwerken resultaten vooronderzoek																																												
Voorbereiden interventie																																												
Uitwerken enquête																																												
Theoretisch kader																																												
Uitvoeren interventie																																												
Uitvoeren nameting																																												
Resultaten nameting																																												
Verslaglegging onderzoek																																												
Inleveren onderzoek																																												
Feedback studiegroepbegeleiders, werkplekbegeleider, critical friends, externe feedback																																												

4. Data analyse en resultaten

4.1. Vooronderzoek

De 20 opgaven uit het centraal examen rekenen (CvT, 2017) meten het hoofdrekenniveau van de student, dat onder het domein 'getallen' valt. In het vooronderzoek zijn de twintig opgaven verdeeld in vijf categorieën: optellen (3x), aftrekken (4x), vermenigvuldigen (3x), delen (4x), breuken (2x) en daarnaast gemengde opgaven met zowel een vermenigvuldiging/deling (4x). Verderop worden de resultaten van dit onderzoek geanalyseerd.

4.1.1. Toets hoofdrekenen

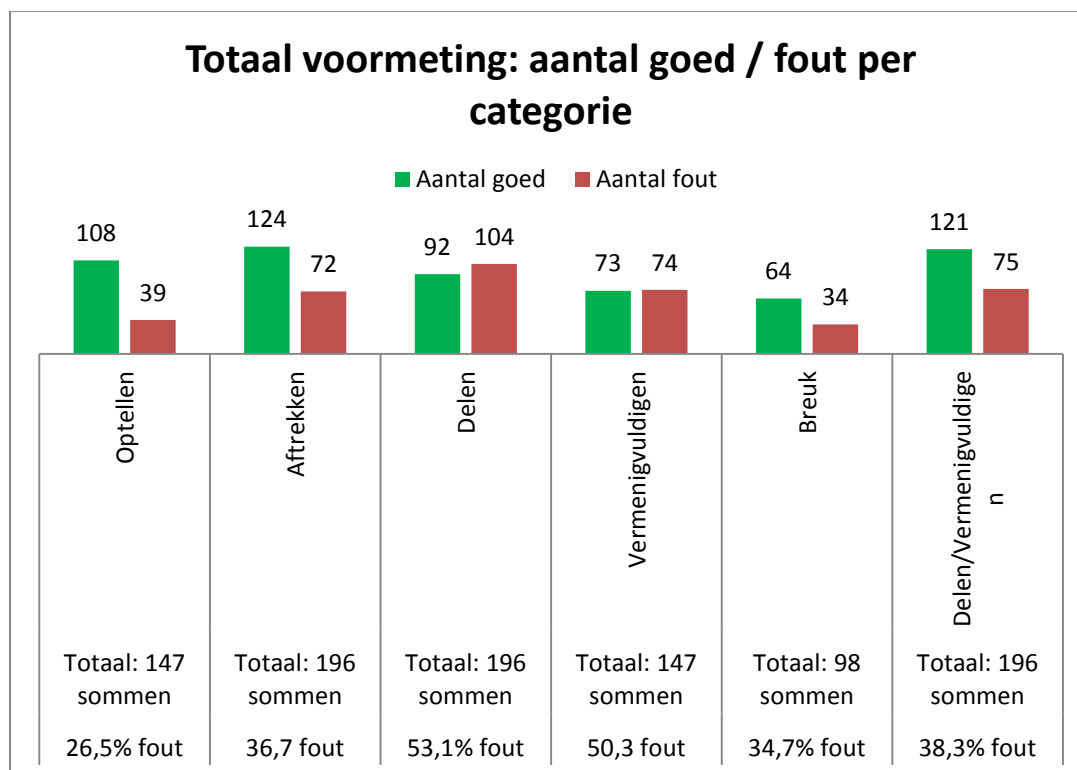
Aan het vooronderzoek hebben 49 studenten deelgenomen. Zij hebben twintig opgaven van het vooronderzoek gemaakt. Per opgave is geanalyseerd hoeveel studenten de opgave fout gemaakt hebben (van zowel controle- als interventiegroep), hoeveel procent van het totaal dit is en onder welke categorie de opgave valt. Na afloop van deze meting heeft de onderzoeker verschillende tabellen en grafieken kunnen maken op basis van de resultaten.

	Vraag	Controlegroep	Interventiegroep	Totaal % fout	Categorie
		24 studenten	25 studenten	49 studenten	
		Aantal % fout	Aantal % fout	Aantal % fout	
1	1589 + 2414 =	0,0%	24,0%	12,2%	Optellen
2	3 + 24 : (4 x 2) =	29,2%	28,0%	28,6%	Delen
3	8 x 11 x 12,5 =	54,2%	72,0%	63,3%	Vermenigvuldigen
4	Schrijf in decimalen. 11 2/5	12,5%	40,0%	26,5%	Breuk
5	4925 : 25 =	33,3%	52,0%	42,9%	Delen
6	4312 - 1855 =	29,2%	32,0%	30,6%	Aftrekken
7	126,8 + 345,11 =	29,2%	36,0%	32,7%	Optellen
8	1,2 x 7,3 =	50,0%	52,0%	51,0%	Vermenigvuldigen
9	12,5% van 816 =	33,3%	40,0%	36,7%	Delen/Vermenigvuldigen
10	Liter verf	12,5%	16,0%	14,3%	Delen/Vermenigvuldigen
11	-23 - 18 =	33,3%	32,0%	32,7%	Aftrekken
12	24 x 95 =	45,8%	28,0%	36,7%	Vermenigvuldigen
13	194,4 : 0,9 =	75,0%	84,0%	79,6%	Delen
14	3/5 deel van €450 =	29,2%	56,0%	42,9%	Breuk
15	90,2 - 8,78 =	41,7%	44,0%	42,9%	Aftrekken
16	851 : 23 =	54,2%	68,0%	61,2%	Delen
17	600,6 + 7,64 =	20,8%	48,0%	34,7%	Optellen
18	Gram bakmeel	54,2%	60,0%	57,1%	Delen/Vermenigvuldigen
19	30% van € 780 = €	41,7%	48,0%	44,9%	Delen/Vermenigvuldigen
20	5008 - 3915 =	29,2%	52,0%	40,8%	Aftrekken
Gemiddeld percentage fout geantwoord		35,4%	45,6%	40,6%	
		Legenda	foutpercentages		
			0% - 24,9%		
			25% t/m 49,9%		
			50% t/m 100%		

Tabel 4.1.1: aantal procent goed en fout beantwoorde vragen per categorie

Uit de analyse van de opgaven per categorie in tabel 4.1.1 kan geconcludeerd worden dat van de in totaal 980 mogelijke goede antwoorden van alle toetsen (20 opgaven x 49 studenten), maar liefst 398 foute antwoorden gegeven zijn. 40,6% van alle opgaven wordt fout gemaakt. Deze score betekent dat bij een 75% goed-normering op een toets, deze

studenten dus gemiddeld een onvoldoende zullen halen (4,4). Dit gegeven bevestigt het beeld dat de onderzoeker eerder schetste, waaruit blijkt dat het hoofdrekenniveau onvoldoende is. Per categorie is in grafiek 4.1.2 vermeld hoeveel opgaven er gemaakt zijn en hoeveel procent hiervan fout gemaakt is.

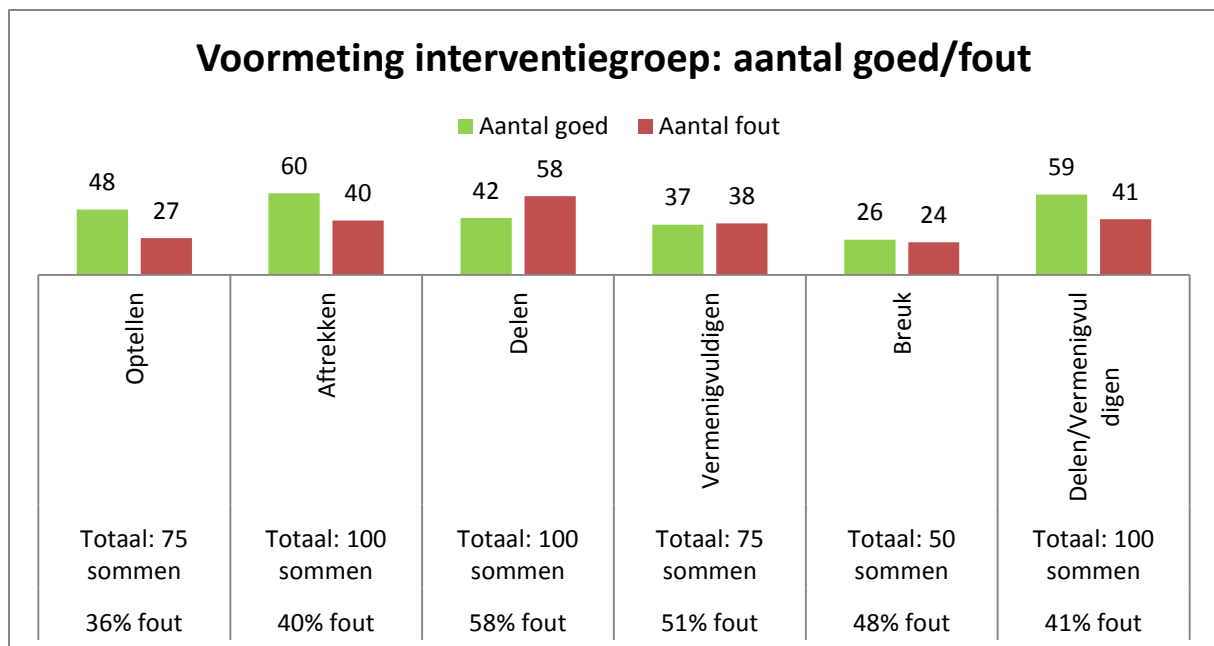


Grafiek 4.1.2: voormeting totale onderzoeksgroep fout beantwoorde vragen per categorie

In de categorie vermenigvuldigingsopgaven wordt 74 van de 147 opgaven fout gemaakt (50,3%). Voor de categorie delen worden 104 van de 196 opgaven fout gemaakt (53,1%). Dit staat in behoorlijk contrast met de categorie optellen (39 van de 147 fout: 26,5%) en aftrekken (72 van de 196 opgaven fout gemaakt: 36,7%). In de twee laatstgenoemde categorieën worden aanmerkelijk minder fouten gemaakt dan bij eerstgenoemde categorieën. Ook de categorie breuken wordt redelijk goed gemaakt (34 van de 98 fout geantwoord: 34,7%).

In het vooronderzoek worden vier hoofdrekenommen getoetst met een kleine context. Hierbij moet de student uit de context belangrijke informatie selecteren en minimaal twee bewerkingen combineren om tot het juiste antwoord te komen. Bij deze opgaven wordt 75 van de 196 opgaven fout beantwoord. Het foutpercentage van deze opgaven is 38,27%. Opvallend is dat in de laatste categorie, die als extra ingewikkeld bestempeld zou kunnen worden, omdat twee hoofdbewerkingen gecombineerd worden (vermenigvuldigen & delen), beter wordt gescoord dan in de afzonderlijke bewerkingen vermenigvuldigen en delen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat deze opgaven gemakkelijkere vermenigvuldig/deelsommen toetsen en voornamelijk gericht zijn op de vraag of de student begrijpt welke bewerkingen hij in zijn hoofdberekening moet combineren.

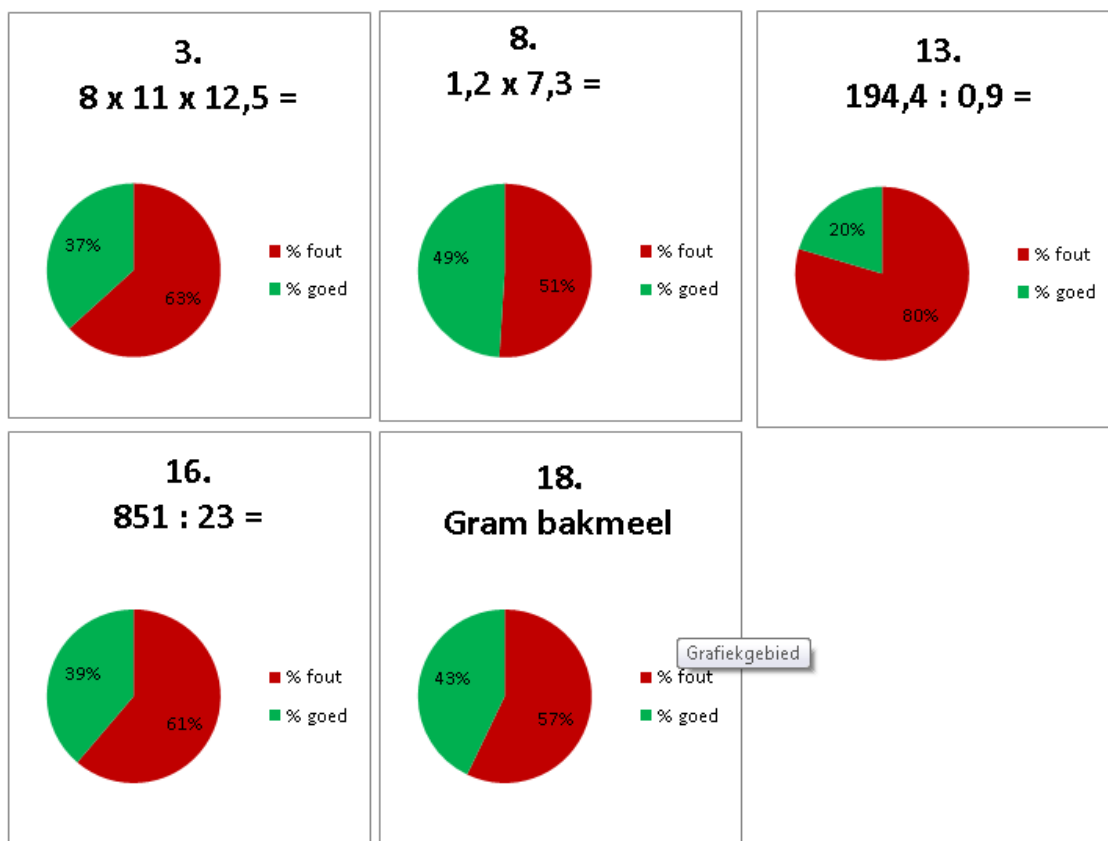
Bij selectie van de interventiegroep met betrekking tot resultaten wordt dezelfde trend gesignaleerd als bij de volledige groep:



Grafiek 4.1.3: voormeting interventiegroep aantal goed/fout

Ook hier worden de meeste fouten gemaakt bij de categorie delen (58 van de 100 fout (58%)) en vermenigvuldigen (38 van de 75 fout (51%)) (grafiek 4.1.3).

In een verdere analyse per opgave is te zien hoe hoog het foutpercentage is bij de vijf slechtst gemaakte opgaven.



Figuur 4.1.4: Gespecificeerde opgaven waarop meer dan 50% fout geantwoord heeft

In figuur 4.1.4 is te zien dat het foutpercentage van de opgaven 3, 8, 13, 16 en 18 boven de 50% ligt, wederom is te zien dat dit percentage het hoogst is bij vermenigvuldig- en deelsommen: vier van de vijf slechts gemaakte opgaven betreft deze bewerkingen.

	Controlegroep	Interventiegroep	Totaal score beide groepen
	24 studenten	25 studenten	49 studenten
Gemiddeld aantal fout per student	7,1	8,3	7,7
Procentueel gezien gem. fout	35,4%	41,6%	38,6%
Procentueel gezien gem. goed	64,6%	58,4%	61,4%
Cijfer bij 75% normering	4,7	4,3	4,5

Tabel 4.1.5: overzicht gemiddelde resultaten per klas

Te zien is in tabel 4.1.5 is dat het gemiddelde aantal fouten dat gemaakt wordt tijdens de voormeting maar liefst 38,6% is. Dit percentage is bij de interventiegroep zelfs nog iets hoger (41,6%) dan bij de controlegroep. Als men een normering hanteert van 75% die bij de methode Rekenblokken normaal is, dan is te zien dat de interventiegroep gemiddeld een 4,3 scoort waar de controlegroep een 4,7 scoort. Beide onvoldoende.

4.1.2. Conclusie

Uit bovenstaande analyse kan geconcludeerd worden dat door studenten voor hoofdrekenen in het geheel bij een 75% normering, zoals de methode handhaaft, onvoldoende gescoord wordt. Het best worden de optel- en aftreksommen gemaakt en verrassend genoeg de breuken. De categorieën vermenigvuldigen en delen zijn bewerkingen waar het meest onder de maat gescoord wordt (respectievelijk 50,34% en 53,06%). Bij het combineren van bewerkingen hebben studenten minder moeite, maar ook opvallend is dat deze opgaven juist gemakkelijkere vermenigvuldigingen of delingen lijken te bevatten.

4.2. Interventiegroep

In de ontwerpfase heeft de onderzoeker aan de hand van het directe instructiemodel een tweetal lessen voorbereid en uitgevoerd onder de groep respondenten. De onderzoeker heeft de studenten instructie gegeven op het gebied van vermenigvuldigen en delen en daarna begeleid bij het maken van de opgaven (zie bijlage 8.2: lesvoorbereiding).

Vermenigvuldigen

De voorbeeldopgave wordt door 18 van de 23 studenten (78%) fout gemaakt. Na de uitleg ging dit bij nog slechts 6 studenten (26%) fout. Na herhaaldelijke oefening en begeleiding met 15 opgaven deed 21 van de 23 studenten (91%) de vermenigvuldigingen goed.

Delen

De voorbeeldopgave 'delen' wordt door 20 van de 23 studenten (87%) fout gemaakt. Na de instructie is dit aantal gedaald tot zes studenten (26%). Ook hier ging het na herhaaldelijke oefening snel vooruit. Aan het einde van de les, na vijftien oefenopgaven, was nog slechts één student niet in staat de deelsom zelfstandig op te lossen. Deze student had overigens wel stappen vooruit gemaakt. Belangrijk is hierbij te vermelden dat zowel bij het delen als vermenigvuldigen bleek dat de verwerkingstijd erg kort was. De les duurde 40 minuten, maar

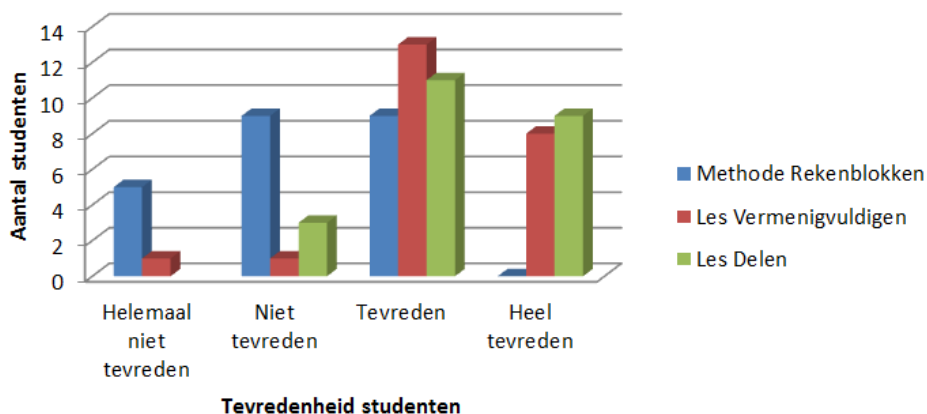
dit was te kort om te begeleiden en na te bespreken. Hier komt de onderzoeker op terug in de reflectie.

Na de les heeft de onderzoeker gevraagd wat voor de studenten met name zinvol is geweest met betrekking tot de uitleg. Reacties die hieruit voortvloeien zijn: 'doordat het voorgedaan wordt kan ik een nieuwe som er overheen leggen en de methode toepassen', 'doordat het stapsgewijs aangepakt wordt en ik de stappen noteer weet ik op welke manier ik de som aan moet pakken', 'ik kende de manier niet en heb die nu een paar keer samen gedaan en kan het nu zelf' en 'ik was de manier vergeten, maar nu weet ik het weer'. Zowel 'voorkennis ophalen' als 'voordoen' als 'stappen noteren' zijn zinvolle manieren van aanleren gebleken, welke aansluiten bij het directe instructiemodel, waarvan de effectiviteit eerder al benoemd werd.

Naast de resultaten van de opgaven is een enquête afgenomen met betrekking tot tevredenheid over de interventie. Hieronder zijn de enquête-items hiervan uitgewerkt.

Enquête eerste deel: tevredenheid interventie

Het eerste deel van de enquête is afgenomen onder de 23 studenten uit de interventiegroep. In de enquête is gemeten hoe tevreden studenten zijn over de reguliere lesmethode 'Rekenblokken' (blauw) en daar tegenover de les 'vermenigvuldigen' (rood) en de les 'delen' (groen). Algemeen is in grafiek 4.2.1 te zien dat veertien van de 23 studenten niet of helemaal niet tevreden is met de reguliere methode (60,9%). Daarentegen zijn negen studenten wel tevreden over de reguliere methode (39,1%). Niemand is heel tevreden over de reguliere methode (0%).

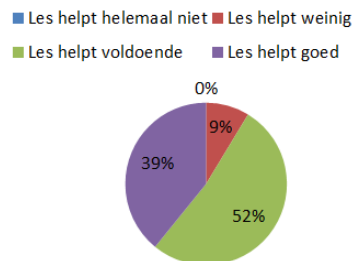


Grafiek 4.2.1: tevredenheid interventiegroep reguliere methode vs. interventielessen

Over de les vermenigvuldigen zijn dertien studenten tevreden (56,5%) en acht studenten heel tevreden (34,8%) . Eén student is niet tevreden (4,3%) en één student is helemaal niet tevreden (4,3%). In de opmerkingen geeft de student die helemaal niet tevreden is aan dat hij rekenen in totaal heel erg moeilijk vindt en dit niet op te lossen is met één extra lesje.

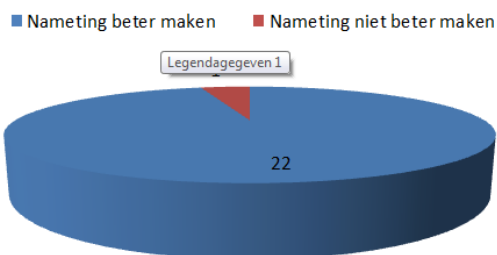
De les delen stemt elf studenten tevreden (47,8%). Negen studenten zijn hier heel tevreden over (39,1%). Drie studenten geven aan niet tevreden te zijn (13,0%). Eén van die studenten geeft aan dat hij het verwarrend vond dat er te weinig tijd was om de deelsommen te oefenen. Eén andere student gaf aan dat de uitleg voor hem te snel ging.

Er is ook gevraagd of studenten vinden dat de lessen die zij gevolgd hebben zinvol waren (grafiek 4.2.2). Van de 23 studenten die les gekregen hebben, geven er twaalf aan dat de lessen 'voldoende' helpen (52,1%). Voor negen studenten hebben de lessen 'goed' geholpen (39,1%). Twee studenten vinden dat de lessen 'weinig' geholpen hebben (8,7%).



Grafiek:4.2.2: "helpen de lessen die je gekregen hebt?"

In grafiek 4.2.3 is te zien dat tweeëntwintig van de drieëntwintig studenten die de nameting gemaakt hebben, aangeven dat zij de nameting beter kunnen maken dan dat zij de voormeting konden maken (95,7%). Eén student geeft aan dat hij de nameting niet beter kan maken dan de voormeting (4,3%).



Grafiek 4.2.3: effectiviteit van de lessen

4.3. Evaluatiefase

In de evaluatiefase is onder zowel de interventiegroep als de controlegroep een nameting afgenomen. Daarnaast hebben zij een tevredenheidsenquête ingevuld over hun wensen met betrekking tot rekenonderwijs.

4.3.1. Resultaten van de nameting

De nameting is afgenomen onder 47 respondenten. Zij hebben allen twintig opgaven gemaakt, soortgelijk als in de voormeting is aangegeven. Dezelfde rekenbewerkingen zijn getoetst. De resultaten zijn vervolgens per klas uitgewerkt en per bewerking. Ook zijn de resultaten van de groep met interventie tegenover de resultaten van de groep zonder interventie gezet.

		Voormeting		Nameting		
	Vraag	Controlegroep % fout ACF	Interventiegroep % fout BDE	Controlegroep % fout ACF	Interventiegroep % fout BDE	Categorie som
	Aantal studenten	24	25	24	23	
1	1783+ 2618	0,0%	24,0%	4,2%	0,0%	Optellen
2	6 + 32 : (4 x 2) =	29,2%	28,0%	33,3%	17,4%	Delen
3	9 x 11 x 13,5 =	54,2%	72,0%	37,5%	52,2%	Vermenigvuldigen
4	Schrijf in decimalen. 11 4/5	12,5%	40,0%	12,5%	8,7%	Breuk
5	5075 : 25 =	33,3%	52,0%	37,5%	26,1%	Delen
6	5619 – 1954 =	29,2%	32,0%	20,8%	26,1%	Aftrekken
7	137,7 + 356,12 =	29,2%	36,0%	20,8%	30,4%	Optellen
8	2,4 x 5,6 =	50,0%	52,0%	54,2%	26,1%	Vermenigvuldigen
9	12,5% van 1632=	33,3%	40,0%	37,5%	21,7%	Delen/Vermenigvuldigen
10	Liter verf	12,5%	16,0%	29,2%	26,1%	Delen/Vermenigvuldigen
11	-33 – 19 =	33,3%	32,0%	16,7%	39,1%	Aftrekken
12	28 x 96 =	45,8%	28,0%	50,0%	30,4%	Vermenigvuldigen
13	195,3 : 0,9 =	75,0%	84,0%	75,0%	43,5%	Delen
14	4/5 deel van €350 =	29,2%	56,0%	29,2%	21,7%	Breuk
15	80,3 - 9,68 =	41,7%	44,0%	50,0%	34,8%	Aftrekken
16	874 : 23 =	54,2%	68,0%	45,8%	21,7%	Delen
17	501,7 + 8,62=	20,8%	48,0%	25,0%	34,8%	Optellen
18	Gram bakmeel	54,2%	60,0%	62,5%	30,4%	Delen/Vermenigvuldigen
19	40% van € 780 = €	41,7%	48,0%	37,5%	26,1%	Delen/Vermenigvuldigen
20	4008 – 2817=	29,2%	52,0%	12,5%	21,7%	Aftrekken
Totaal aantal fouten		35,4%	45,6%	34,6%	27,0%	
		Legenda	foutpercentages			
			0% - 24,9%			
			25% t/m 49,9%			
			50% t/m 100%			

Tabel 4.3.1.2: resultaten voormeting en nameting

De resultaten van de interventiegroep zijn naast de controlegroep gelegd. Kijkend naar resultaten in tabel 4.3.1.2 bij 'nameting' is te zien dat de interventiegroep aanmerkelijk minder slecht scoort dan de controlegroep. Slechts één van de twintig opgaven wordt nog door meer dan 50% van de studenten fout gemaakt (5%). Dit staat tegenover vijf van de twintig van de controlegroep (25%). Bij de controlegroep en interventiegroep zijn de opgaven die door meer dan 25% van de studenten slecht gemaakt worden (oranje en rood) nagenoeg gelijk (13 tegen 12 opgaven). Daarentegen zijn de categorieën wel anders: bij de controlegroep betreffen elf van deze opgaven de categorie vermenigvuldigen of delen (84,6%). Bij de interventiegroep zijn dit zeven van de twaalf opgaven (58,3%). Opvallend is wel dat bij deze laatste groep tijdens de nameting meer fouten gemaakt zijn in optellen en aftrekken. In dit onderzoek is geen aandacht besteed aan deze bewerkingen.

In bovenstaande tabel zijn ook de resultaten van de voormeting vergeleken met de resultaten van de nameting. Het totaal foutpercentage tussen voormeting en nameting bij de interventiegroep is flink gedaald (van 45,6% naar 27,0%). Er is slechts één opgave die in de nameting nog door meer dan 50% van de studenten fout gemaakt wordt. Er worden nog behoorlijk veel fouten gemaakt, maar deze laten wel een dalende trend zien ten opzichte van de voormeting.

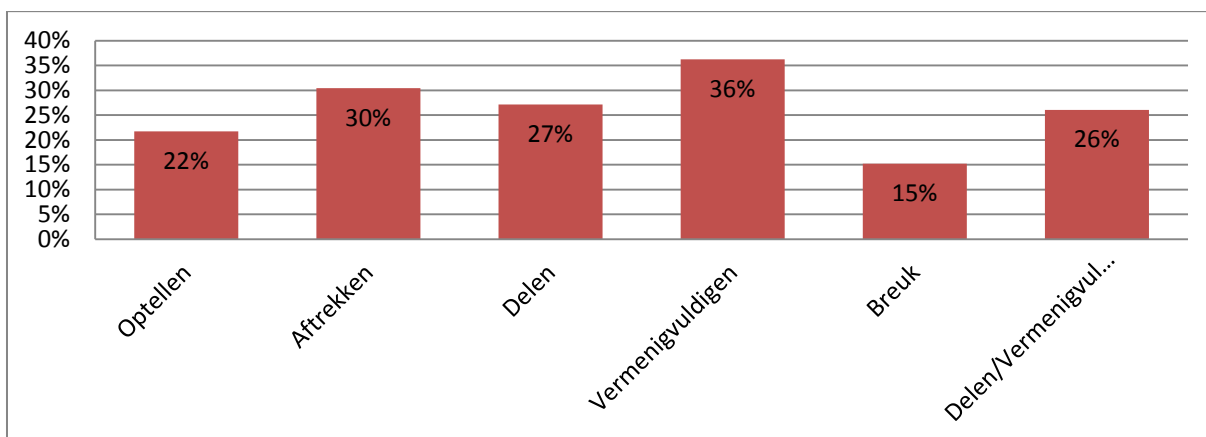
De resultaten van de controlegroep laten zien dat hoewel er wat verschuivingen in foutgemaakte opgaven zijn, er nog steeds een trend bestaat van slechte scores. Wel is er hier ook een lichte verbetering te zien in het totale percentage fout gemaakte opgaven (voormeting gemiddeld 35,4%, nameting 34,6%).

Vervolgens kan gekeken worden naar het totaal aantal fouten en het cijfer dat behaald zou worden bij een 75%-normering (Rekenblokken). In tabel 4.3.1.2 is te zien dat de interventiegroep net een 5,5 gemiddeld behaald. Het verschil met de voormeting is daarmee 1,2 punt. De score van de controlegroep is een 4,8, waar dit tijdens de voormeting een 4,7 was. Een kleine verschuiving, maar miniem als dit vergeleken wordt met de interventiegroep.

	Controlegroep	Interventiegroep	Totaal score beide groepen
	24 studenten	23 studenten	47 studenten
Gemiddeld aantal fout per student	6,9	5,4	6,2
Procentueel gezien gem. fout	34,6%	27,0%	30,9%
Procentueel gezien gem. goed	65,4%	73,0%	69,1%
Cijfer bij 75% normering	4,8	5,5	5,2

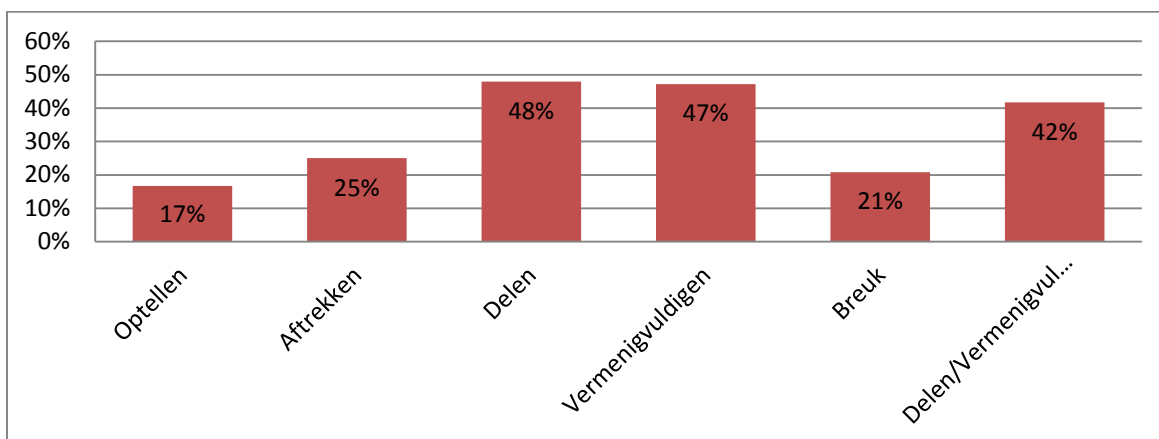
Tabel 4.3.1.2: score nameting per klas en gemiddeld met- en zonder interventie

Als gekeken wordt naar de categorieën waar studenten fouten in maken tijdens de nameting levert dat grafiek 4.3.1.3 op:



Grafiek 4.3.1.3: nameting interventiegroep procentueel aantal fout

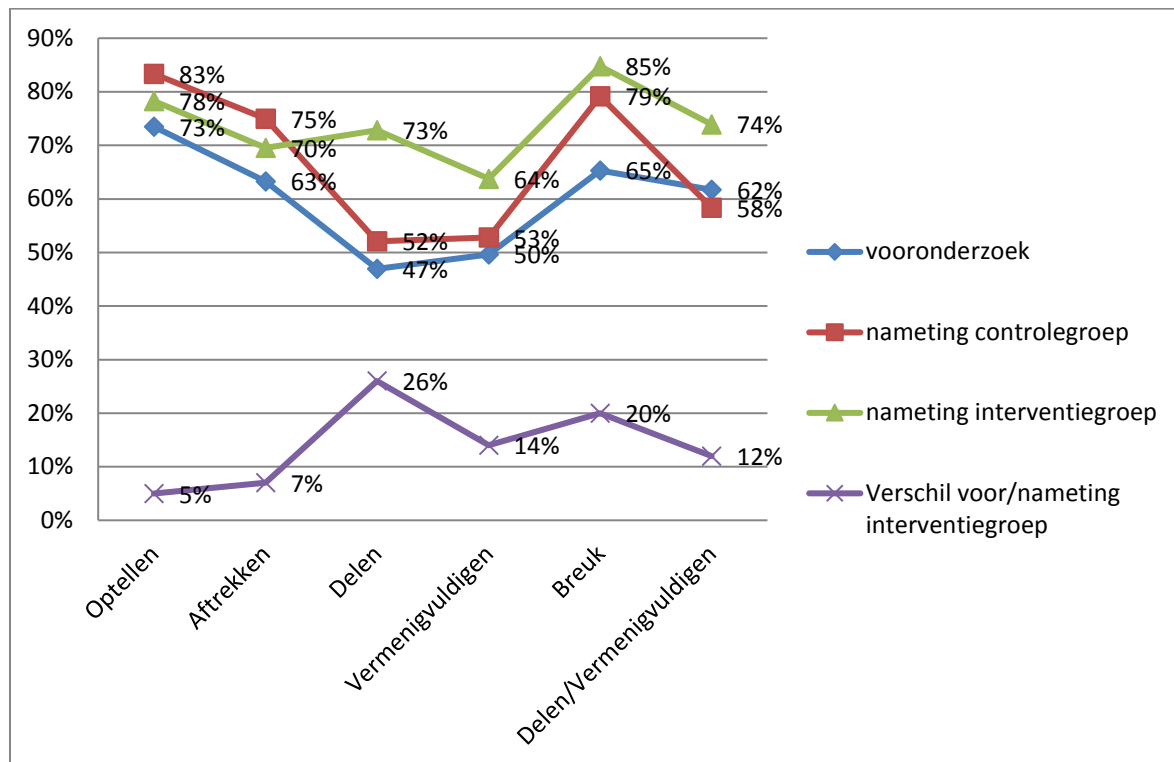
Bij vermenigvuldigen en delen worden bij de nameting aanmerkelijk lagere foutpercentages gemeten dan tijdens het vooronderzoek (nameting respectievelijk 36% en 27% ten opzichte van 50,3 en 53,1% tijdens het vooronderzoek). Ondanks de forse daling blijkt vermenigvuldigen nog lastig te zijn voor 36% van de studenten.



Grafiek 4.3.1.4: nameting controlegroep procentueel aantal fout

Bij de controlegroep worden de onderdelen vermenigvuldigen (34 van de 72 fout: 47%) en delen (46 van de 96 fout: 48%) absoluut het slechtst gescoord (grafiek 4.3.1.4). Gezien het ontbreken van de interventie is dit ook een logische score. Er is wel een lichte daling te zien in het foutpercentage ten opzichte van de voormeting (50,3% & 53,1%). De top 3 onderdelen waarop studenten bij de controlegroep het slechtst scoren is gelijk gebleven aan het vooronderzoek.

In grafiek 4.3.1.5 zijn de resultaten van voor-, nameting, controle-, interventiegroep tegenover elkaar gezet. Hier is weergegeven hoeveel procent van de studenten de opgaven van deze categorie goed maakt:



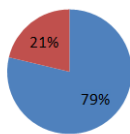
Grafiek 4.3.1.5: scoreverschil voor- en nameting interventiegroep en controlegroep

Zowel de controlegroep als de interventiegroep scoren tijdens de nameting beter dan tijdens het vooronderzoek. Op alle categorieën die in het vooronderzoek en de nameting voorkwamen is bij de interventiegroep een verbetering te zien. De controlegroep laat ook een verbetering zien, hoewel deze bij de meeste categorieën minder groot is dan bij de interventiegroep. De interventiegroep laat met name een grote groei zien bij delen (+26%) en vermenigvuldigen (+14%). Beide groepen maken ook een resultaatverbetering door op het gebied van breuken, hoewel dat niet te verklaren is door de interventie.

4.3.2 Resultaten enquête 'verwachtingen onderzoeksgroep'

De afgenomen enquête betreft de verwachtingen van studenten met betrekking tot de toekomst van rekenlessen en is afgenomen onder 47 studenten van de onderzoeksgroep. In het eerste deel van de enquête maken zij een keuze tussen twee contrasterende voorkeuren op het gebied van de rekenles.

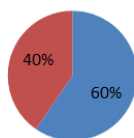
■ Veel instructie ■ Weinig instructie



Grafiek 4.3.2.1: instructie

Als studenten mogen kiezen tussen veel instructie of weinig instructie, kiest 37 van de 47 studenten voor 'veel instructie' (79%). Tien studenten geven de voorkeur aan weinig instructie (huidig) (grafiek 4.3.2.1).

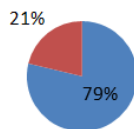
■ Klassikale les ■ Individueel lesprogramma



Grafiek 4.3.2.2: lesprogramma

Van de 47 studenten geven 28 studenten de voorkeur aan een klassikale les (grafiek 4.3.2.2). Negentien studenten kiezen juist voor een individueel lesprogramma (huidig)

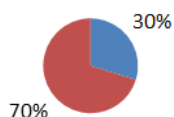
■ Les met de computer ■ Les uit een boek



Grafiek 4.3.2.3: lesvorm

Bij de keuze voor lesvorm geven 37 studenten aan het liefst op een computer te rekenen (huidig). Tien studenten zouden liever les krijgen uit een boek (grafiek 4.3.2.3).

■ Zelfstandig thuis aan rekenen werken
■ In een les op school aan rekenen werken



Grafiek 4.3.2.4: locatie rekenen

In grafiek 4.3.2.4 is uitgewerkt dat 33 van de 47 studenten het liefst op school in een les aan rekenen werkt (huidig). Daar tegenover zouden veertien studenten liever zelfstandig thuis aan rekenen werken.



Grafiek 4.3.2.5: rekendocent

Er zijn 40 studenten (grafiek 4.3.2.5) die het liefst het hele jaar door dezelfde rekendocent les zouden willen krijgen (85%). Zeven studenten hebben liever dat de rekendocent per periode wisselt.

4.3.2. Conclusie

Uit de resultaten van de nameting kan geconcludeerd worden dat de interventiegroep absoluut baat heeft gehad bij de interventie. Het verschil tussen voor- en nameting is maar liefst 18,6%. De controlegroep heeft nagenoeg een gelijk gebleven score van 35,4% tegen 34,6%. Ook uit de tevredenheid enquête blijkt dat studenten de lessen als zinvol hebben ervaren.

Uit de enquête kan daarnaast geconcludeerd worden dat de meeste studenten graag veel instructie krijgen, klassikale les willen, de voorkeur geven aan les met de computer, op school in een les aan rekenen willen werken en het liefst een vaste docent zouden willen voor het vak rekenen.

5 Beantwoording van de onderzoeksvraag

Naar aanleiding van dit onderzoek zullen de deelvragen evenals de onderzoeksvraag hieronder beantwoord worden.

5.1 Beantwoording van de deelvragen:

Hoeveel procent en welke categorieën hoofdbewerkingen van de twintig hoofdrekenopgaven geselecteerd uit het centraal rekenexamen wordt door ICT-studenten uit het eerste jaar van een niveau 4 opleiding fout gemaakt?

Als gekeken wordt naar de resultaten van het gemaakte vooronderzoek dan kan geconcludeerd worden dat over alle categorieën gemiddeld 40,5% van de geselecteerde opgaven fout gemaakt wordt. De hoofdbewerking 'vermenigvuldigen' heeft uitschieters naar maximaal 80% en 'delen' haalt een maximum van 63% fout. Ten opzichte van de categorieën optellen (26,5%), breuken (34,7%) en aftrekken (36,7%) vallen de categorieën vermenigvuldigen (50,3%) en delen (53,0%) op. Van de vijf slechtst gemaakte opgaven vallen vier opgaven onder laatstgenoemde twee categorieën. De vijfde opgave is een combinatie van vermenigvuldigen en delen.

Vermenigvuldigen en delen zijn dus de bewerkingen waar tijdens de ontwerpfase tijd aan besteed is.

Welk effect heeft het inzetten van twee klassikale lessen over vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel op de werkhouding, leerresultaten en het begrip van de opgaven van de studenten van de interventiegroep?

Het inzetten van de lessen voor de interventiegroep heeft een positief effect gehad. Zowel in de verbeterde leerresultaten op het gebied van vermenigvuldigen en delen als in de reacties van studenten over de lessen komt dit terug. Studenten reageerden zeer positief op de gegeven lessen. Dit verschil merkte de onderzoeker in de werkhouding. Studenten doen actief mee, zijn betrokken en voelen zich aangesproken als hen om input gevraagd wordt tijdens de instructie. Ook in de opgavenformulieren werd een verbeteringesignaleerd. Na de eerste gezamenlijke oefening vermenigvuldigen deden 18 studenten (78%) de voorbeeldopgave fout. Na de uitleg ging dit bij nog slecht 6 studenten (26%) fout. Na herhaaldelijke oefening en begeleiding deed 21 van de 23 studenten (91%) de vermenigvuldigingen goed.

Bij delen was de score vooraf nog een graad erger. De voorbeeldopgave werd door maar liefst 20 van de 23 studenten (87%) fout gemaakt. Na de instructie was dit percentage gedaald tot studenten (24,8%). Ook hier ging het na herhaaldelijke oefening snel vooruit. Aan het einde van de les, na vijftien oefenopgaven, was nog slechts één student niet in staat de deelsom zelfstandig op te lossen. Deze student had overigens wel stappen vooruit gemaakt. Belangrijk is hierbij te vermelden dat zowel bij het delen als vermenigvuldigen bleek dat de verwerkingstijd erg kort was. De les duurde 40 minuten, maar dit was vrij krap om te verwerken, begeleiden en nabespreken. Hier komt de onderzoeker op terug in de reflectie.

In de tevredenheidsenquête tijdens de evaluatiefase geven studenten hun reactie over de lessen die ze gevolgd hebben. Enkele uitspraken daaruit zijn dat ze: 'het nu eindelijk snappen', dat 'uitleg nodig is en op de computer lezen niet helpt om een som te snappen', 'rekenen wordt eindelijk weer leuk', 'het waren goede lessen', 'deze juf legt goed uit', 'normaal op de computer snap ik er niks van; dan vul ik gewoon iets gek in als ik het niet weet. Zij geven bij het maken van keuzes tussen verschillende onderwijsvormen aan het liefst klassikaal, veel instructie, op de computer, in een les op school met één vaste docent aan rekenen te werken. Dit bewijst wat de studenten ook aan feedback terug geven: de onderwijsvorm die nu gehanteerd wordt heeft niet hun voorkeur.

Hoeveel procent resultaatverschil is te meten tussen resultaten van het afgenomen vooronderzoek ten opzichte van de afgenomen nameting die studenten niveau vier ICT gemaakt hebben na het volgen van twee lessen over de hoofdbewerkingen vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel?

De resultaten van de nameting zijn significant beter dan die van het vooronderzoek. Er is een gemiddelde resultaatverbetering van 18,6% te meten tussen het resultaat van de interventiegroep tijdens het vooronderzoek en de nameting. Bij de controlegroep is een lichte verbetering gemeten (+0,8%).

Zoals ook terug te zien is in de dataresultaten zijn de resultaten vermenigvuldigen (+14%) en delen (+26%) tijdens de nameting significant hoger dan tijdens het vooronderzoek. Er kan dus gesproken worden van een positieve ontwikkeling, die doorgezet zou kunnen worden als ook andere rekenonderdelen op deze wijze aangepakt zouden worden.

Welke verwachtingen hebben studenten van de niveau vier opleiding- ICT als het gaat om het rekenonderwijs?

In de enquête, onder 47 studenten afgenomen, hebben studenten zich uitgesproken over hun verwachtingen van het rekenonderwijs. Hieruit komen de volgende conclusies.

- De voorkeur van de meerderheid van studenten gaat uit naar veel instructie (79%) t.o.v. weinig instructie (huidig).
- Klassikale les heeft een kleine voorkeur (60%) ten opzichte van individueel onderwijs (huidig)
- 79% van de leerlingen heeft liever les op de computer (huidig) dan uit een boek.
- Leerlingen werken liever op school aan rekenen (70%) dan thuis.
- De meeste leerlingen hebben liever een vaste docent voor rekenen (85%) dan een wisselende docent per periode (huidig)

5.2 Beantwoording van de onderzoeksvraag

Hoe draagt het inzetten van twee klassikale lessen¹ over vermenigvuldigen en delen met behulp van het directe instructiemodel bij aan het verbeteren van het hoofdrekenniveau van eerstejaarsstudenten van de niveau vier-opleiding "ICT Applicatie- en Mediaontwikkelaar"?

Dit onderzoek heeft een bijdrage geleverd aan het verduidelijken van het effect van directe instructie op het gebied van vermenigvuldigen en delen. Duidelijk is geworden dat zowel de wensen van studenten als de resultaten van een ingezette interventie aangeven dat het inzetten van het directe instructiemodel effectief blijkt bij het aanleren van hoofdrekenstrategieën (zie hoofdstuk 4).

Het hoofdrekenniveau van de interventiegroep is aanmerkelijk gestegen op de gebieden die zijn behandeld met behulp van het directe instructiemodel en kan dus in de toekomst gebruikt worden als effectieve methode om hoofdrekenen aan te leren.

5.3 Aanbevelingen

Onderzoek verdere mogelijkheden voor het vormgeven van een klassikale instructie aan de hand van het directe instructiemodel; zowel de resultaten van dit onderzoek als de reacties van studenten in de enquête geven aan dat dit wenselijk is.

Het onderzoek geeft aan dat 79% van de studenten in de onderzoeksgroep graag op de computer werkt, 70% van de onderzoeksgroep geeft aan graag op school aan rekenen te werken. Kijk daarom naar de mogelijkheden om zelfstandige verwerking op school op de computer te laten doen.

Uit dit onderzoek blijkt dat 85% van de onderzoeksgroep graag wil dat een vaste docent het vak rekenen geeft. Aankomend jaar worden de rekendocenten verdeeld over de teams. Het is aan te raden om een docent gedurende een schooljaar te koppelen aan een klas, voor de continuïteit.

Tijdens de interventieperiode is gebleken dat de lestijd van 40 minuten te kort is om een goede les te geven volgens het directe instructiemodel. De aanbeveling luidt dan ook dat de lestijd het best uitgebreid kan worden naar 60 minuten. Op die manier kan een instructie plaatsvinden van vijftien minuten, waarmee het in de interventie opgemerkte evaluatiepunt 'te weinig tijd voor instructie' voorkomen kan worden. De lesduur van 40 minuten is wél voldoende als er enkel zelfstandige verwerking plaats vindt.

Er zou onderzocht kunnen worden of de combinatie van adaptieve leertechnologie en directe instructie wellicht een positief effect zou kunnen hebben op de leeropbrengsten. In het volgende hoofdstuk wordt hier verder op ingegaan.

6 Reflectie en discussie

In dit hoofdstuk zal geëvalueerd worden hoe het onderzoek verlopen is en welke verbeterpunten de onderzoeker geconstateerd heeft.

6.1 Evaluatie onderzoeksmethoden

De onderzoeksgegevens van het vooronderzoek zijn geanonimiseerd, omdat de onderzoeker er vanuit gegaan is dat dit verplicht is om de ethiek van het onderzoek te handhaven. Dit blijkt echter alleen te gelden voor het naar buiten brengen van resultaten. Om de onderzoeksresultaten ook individueel te kunnen vergelijken per student, zou het waardevol geweest zijn als de informatie van het vooronderzoek en de nameting ook individueel per student bekeken hadden kunnen worden.

Tijdens de interventieperiode zijn gezien de beperkte mogelijkheden binnen het ROC twee lessen van 40 minuten gegeven. Resultaten van deze twee interventielessen laten positieve resultaten zien. Helaas heb ik ervaren dat 40 minuten voor een les te weinig tijd is om de instructie en inoefening optimaal te noemen. Instructie van hoofdbewerkingen kostte vijftien minuten (in plaats van tien). Sommige studenten zijn nog niet klaar met verwerken na deze tijd. Verwerking kostte 30 minuten (in plaats van vijftien). Ook door tijdgebrek kon de onderzoeker te weinig tijd besteden aan verlengde instructie.

Tijdens de eerste les 'vermenigvuldigen' heb ik geconcludeerd dat ik tijdens de instructie voor diegenen met een foute voorbeeldsom beter voor één manier van uitleggen kan kiezen, dan zowel 'uitschrijven' als 'lenen van de burens' voor te doen. Op die manier raken studenten niet verward en krijgen ze gestructureerd een nieuwe manier aangeleerd. Voor de studenten die wel met de andere manier werken en deze correct kunnen uitvoeren, kan dan zelfstandig aan deze manier gewerkt worden. Ook constateerde ik dat één voorbeeld niet voldoende is om de stof al volledig te begrijpen en ben ik dus in de les meerdere voorbeelden gaan uitwerken.

Tijdens de verwerkingstijd heb ik rondgelopen en feedback gegeven op gemaakt werk. Op die manier kon ik gelijk bijsturen als de som verkeerd ging en helpen waar nodig. Zo verbeterden ze hun eigen fouten door in te zien waar ze bij een volgende opgave beter op moesten letten. Dit had een zeer positief resultaat op het werk en bevestigt de theorie van Hattie (2009) dat feedback een groot effect heeft op het leerresultaat.

Tijdens dit onderzoek zijn er twee studenten met de opleiding gestopt. Dit is niet te voorkomen, maar veroorzaakt wel een verschil tussen het aantal studenten tijdens vooronderzoek en nameting. Omdat de leerlingen willekeurig gekozen zijn, zou dit het effect van de resultaten niet al te erg hoeven te beïnvloeden.

6.2 Discussie

In het effectiviteitsonderzoek van Hattie (2009) wordt aangetoond dat hoge prestaties behaald worden bij veel directe instructie; gestructureerde lessen gericht op het ontwikkelen van basiskennis en vaardigheden, duidelijke doelstellingen, heldere lesopbouw, controle en feedback. Leerlingen willen echter ook autonoom zijn: laten zien dat ze het zelf ook kunnen. Door ICT-ontwikkelingen te gebruiken, alsook de 'big data' kan directe instructie en

adaptieve leer technologieën gecombineerd worden: leerlingen kunnen zelf aan de slag, het systeem registreert wat zij doen en hoe ze dat doen. Aan de hand daarvan wordt tussentijdse feedback gegeven op de prestaties van leerlingen tot het leerdoel. Door de algoritmes die het programma gebruikt, wordt het leermiddel aangepast aan wat de leerling nodig heeft, adaptief gemaakt. Zijn de beste onderdelen van beide onderwijsvormen wellicht te combineren?

Enkele studenten geven mondeling aan de instructie in de methode 'rekenblokken' te bekritiseren, maar geven in de enquête op de vraag: "ben je tevreden over de methode rekenblokken" wel aan tevreden te zijn over de methode. Dit kan veroorzaakt zijn doordat er tijdens het invullen onduidelijkheid was over hoe de enquête werkt. De tevredenheid over de methode was vermeld boven de instructielessen, waardoor studenten deze wellicht ook beantwoord hebben vanuit de gedachte dat dit over de extra lessen ging. Sommige studenten hadden zowel bij de interventielessen als de reguliere methode hetzelfde ingevuld, terwijl naar mijn idee hier vrijwel altijd in ieder geval iets van verschil in zou moeten zitten met betrekking tot tevredenheid.

7 Literatuur

Bandstra, P. (2016) De rekenontwikkeling – een cumulatief proces. Geraadpleegd op 5 april 2017 van <http://www.bareka.nl/verantwoording/>

Bruïne, E. de, Everaert, H., Harinck, F., Riezebos-de Groot, A., Ven, A. van de (2011) Bronnenboek Onderzoeksstrategieën. LEOZ, november 2011. Geraadpleegd van <http://www.leoz.nl/Portals/2/111109%20bronnenboek%20onderzoekstrategie%C3%ABn.pdf> op 12 april 2017.

Bureau ICE (2015) Resultaten van rekentoets 3F MBO ROC West-Brabant.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). Research Methods in Education. RoutledgeFalmer, Londen.

College voor Toetsen en Examens (2016) Voorbeeldexamen MBO Rekenen 3F 2016-2017. Geraadpleegd op www.oefenen.facet.nl

College voor Toetsen en Examens (2015) Syllabus 2015. Geraadpleegd op 2 april 2017 van https://www.examenbladmbro.nl/syllabus/syllabus-rekenen-2f-en-3f/2015-2016/f=/syllabus_rekenen_2F_en_3F_mei_2015.pdf?noframes=1

Conradi, R. (2014) Begeleiding op maat met de adaptieve leertechnologie van Knewton. 21 mei 2014. Onderwijs van morgen. Malmberg.

Danhof, W., Bandstra, P. (2013) Rapport Rekenproject. Leerbaarheid van hoofdrekenen. Geraadpleegd op 5 april 2017, van https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwik8IKMko3TAhUnl8AKHWpCASgQFggrMAM&url=http%3A%2F%2Ffrekenspel.slo.nl%2Fdownloads%2FRapportLeerbaarheidVanHoofdrekenen.pdf%2F&usg=AFQjCNG59WuvBwysN6TeU24nTghxz_7dRg.

Dekker, S., Bussemaker, M. (2015) Doorlopende leerlijnen taal en rekenen. Tweede Kamer der Staten-Generaal. Kamerstuk 31332-52. 6 oktober 2015. Geraadpleegd van <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=4c4380c2-6835-4e36-96fc-0df53784d4c2&title=Stand%20van%20zaken%20invoering%20referentieniveaus%20taal%20en%20rekenen.pdf> op 21 januari 2017

Dijke, M. Herman, T. Kleinloog, M. Overbeek, T. van, Waal, W. de. Visie op puberbegeleiding Radius College, 2013.

Hattie, J. (2009) Visible Learning. A Synthesis Of Over 800 Meta-Analyses Relating To Achievement. London/New York: Routledge.

Freudenthal Instituut (2012) Katern Kolomsgewijs rekenen. Geraadpleegd van http://www.fi.uu.nl/toepassingen/01044/documents/katern_kolomsgewijs_rekenen.pdf op 28 juni 2016

Kallenberg, T., Koster, B., Onstenk, J., & Scheepsmas, W. (2007). Ontwikkeling door onderzoek. ThiemeMeulenhof. Utrecht.

Koninklijke Nederlandse Academie van de Wetenschappen (2009). Rekenonderwijs op de basisschool; analyse en sleutels tot verbetering. Bejo druk & print, Alkmaar.

Korthagen, F.A.J. (1998) Leraren leren leren, realistisch opleidingsonderwijs, geïnspireerd door Ph. A. Kohnstamm. Amsterdam: Vossiuspers AUP.

Lange, R. de., Schuman, H., Montesano Montessori, N. (2011). Praktijkgericht onderzoek voor reflectieve professionals. Garant, Antwerpen, april 2011.

Malmberg (2015) Motivatie & Maatwerk: De meerwaarde van adaptieve leertechnologie. Uitgeverij Malmberg. 's-Hertogenbosch.

Malmberg (2017) Rekenblokken – lesmethode rekenen voor het mbo. Sanoma company. Geraadpleegd van <http://www.malmberg.nl/MBO/Leermiddelen/Leermiddelen-mbo/Rekenblokken-1/Lesmethode-Rekenen/Wat-is-Rekenblokken.htm> op 10 januari 2017.

Meijerink, H.P. (2008)(Expertgroep doorlopende leerlijn taal en rekenen). Over de drempels met taal en rekenen

Meijerink, H.P. (2009) Referentiekader taal en rekenen. Lulof druktechniek, Almelo.

Meijerink, H.P. (2009) Een nadere beschouwing. Laserline, Hengelo

https://www.examenbladmbo.nl/syllabus/syllabus-rekenen-2f-en-3f/2015-2016/f=/syllabus_rekenen_2F_en_3F_mei_2015.pdf?noframes=1

Gille, E., Loijens, C., Noijons, J., Zwitser, R. (2009). Resultaten PISA 2009 in Vogelvlucht. OECD Programme for International Student Assessment. Geraadpleegd van http://www.cito.nl/~media/cito_nl/files/onderzoek%20en%20wetenschap/cito_pisa_vogelvlucht_2009.ashx

Onderwijsraad (z.d.) Primair onderwijs. Geraadpleegd op 2 februari 2017 van <https://www.onderwijsraad.nl/dossiers/voorbereidend-middelbaar-beroepsonderwijs/item128>

Putten, K. van der., Janssen, J., Schoot, F. van der, Hemker, B. (2005) Balans van het reken-wiskunde onderwijs aan het einde van de basisschool 4. PPON. Stichting CITO instituut voor toetsontwikkeling, 2005.

Referentieniveaus uitgelegd, van:

http://www.taalenrekenen.nl/ref_niveaus_rekenen/uitwerkingen/uitgelegd/ Geraadpleegd op 12-10-2016

Ros, B. (2009) Staartdelen of happen? Didactief nr. 1-2. Januari-februari, 2009. Geraadpleegd van <http://www.jeroenwouter.nl/rekenenartikelen/staartdeling%20of.pdf> op 28 maart 2017

Ruijsenaars, A.J.J.M., Luit, J.E.H., Lieshout, E.C.D.M. (2004) Rekenproblemen en dyscalculie. Lemniscaat, 2004

Stevens, L. M. (1997). Overdenken en doen: een pedagogische bijdrage aan adaptief onderwijs. Den Haag: Procesmanagement Primair Onderwijs

Steunpunt (2013) Cohortenschema's 'Kaders en regelgeving examinering generieke eisen Nederlands, rekenen en Engels. Geraadpleegd op 2 mei 2017 van <http://www.steunpuntaalenrekenenmbo.nl/steunpuntmbo/download/downloads/13-04-24-cohortenschema-april-2013-vs1.0.pdf>

Steunpunt (2017) Servicedocument examinering generieke onderdelen. Geraadpleegd op 2 mei 2017 van <http://www.steunpuntaalenrekenenmbo.nl/steunpuntmbo/download/servicedocumenten/2017-03-23-cohortenoverzicht-examinering-generieke-onderdelen-vs-1-7.pdf>

Vernooy, K. (2005). Het BOV-interventieproject. Beginnend lezen en omgaan met verschillen. Mechelen: Wolters Plantyn, april 2005.

8 Bijlagen

8.1 Uitgevoerd vooronderzoek

Hoofdrekenen

Je zit in klas:

De datum van vandaag is:

Beste student,

Hieronder vind je een greep van 20 hoofdrekenopgaven uit centrale rekenexamens die je over enkele jaren tijdens je examen tegen zou kunnen komen.

Wij willen als rekenteam het rekenonderwijs zo goed mogelijk aansluiten op de benodigde vaardigheden voor je rekenexamen en daarom willen we in dit testje kijken naar jouw manier om de onderstaande sommen uit te rekenen. De berekening is dus zo mogelijk nog belangrijker dan je antwoord: laat zien hoe je aan je antwoord komt! Teken plaatjes, tabellen of gebruik andere methoden om tot het antwoord te komen.

Wellicht lukt het je niet om alle opgaven te maken, maar probeer er zoveel mogelijk te maken. Kom je niet uit een som, zet dit er dan bij, sla hem over en ga verder met de volgende opgave.

Voor deze opgaven heb je in totaal 25 minuten de tijd.

Veel succes!

Groetjes,

Ine Brouwers

Docent rekenen.

589 + 2414 =	$3 + 24 : (4 \times 2) =$
8 x 11 x 12,5 =	Schrijf in decimalen. $11\frac{2}{5} =$
4925 : 25 =	4312 – 1855 =
126,8 + 345,11 =	1,2 x 7,3 =
12,5% van 816 =	Je gaat een wand verven van 5 bij 2,4 meter. Je gebruikt verf waarvan het verbruik 1 liter per 6 m² is. Hoeveel liter verf heb je nodig? liter
-23 – 18 =	24 x 95 =
194,4 : 0,9 =	3/5 deel van €450 =
90,2 - 8,78 =	851 : 23 =
600,6 + 7,64 =	Recept 25 muffins Ingrediënten 400 gram Zelfrijzend bakmeel 200 gram Kristalsuiker 1 tl Bakzout (<i>natriumbicarbonaat</i>) 250 ml Halfvolle melk 125 ml Zonnebloemolie 2 Elstar appels 1 zakje Vanillesuiker Kaneelpoeder Snufje zout 4 Eieren Je maakt 10 muffins. Hoeveel gram zelfrijzend bakmeel heb je nodig? gram
30% van € 780 = €	5008 – 3915 =

8.2 Interventiefase: Lesvoorbereiding Vermenigvuldigen/delen

Lesvoorbereiding Hoofdrekenen (Vermenigvuldigen) voor het examen

Helaas is het door de pagina indeling 'staand' niet mogelijk deze pagina zoals gewenst 'liggend' weer te geven.

Docent: Ine Brouwers

Onderwerp: Hoofdbewerking 'Vermenigvuldigen'

Tijd: 40 minuten

Beginsituatie: Uit de voormeting is gebleken dat tussen de 40 en 70% van de examenvermenigvuldigingsopgaven fout gemaakt wordt. Mijn verwachting is dan ook dat de studenten enkele oplossingsstrategieën kennen voor vermenigvuldigingsopgaven, maar moeite hebben met het komen tot het correcte antwoord.

Tijdsduur	Doel	Activiteit student	Activiteit docent	Materialen	Evaluatie
00:00 - 00:02 Stap 1	De studenten begrijpen de zin van deze extra begeleidingsles.	Luisteren	Vertel dat n.a.v. de nulmeting vandaag een extra les plaatsvindt over vermenigvuldigen (volgende keer delen)	-	
00:02 - 00:05 Stap 2	De studenten kunnen 1 som op hun eigen wijze oplossen. $0,63 \times 6,2 = (3906)$	De studenten maken de opgaven. Groep Goed gaat (bij voorkeur) gelijk door naar stap 4	Ik zet de uitwerking op het bord, waarna ik de groep verdeel. Allereerst kijk ik wie het antwoord goed heeft. De rest verdeelt zich over A (lenen/buren), B (uitschrijven) en C (andere methode)	3 uitwerkingen	Om te meten wie meer instructie nodig heeft dan anderen.
00:05 - 00:20 Stap 3	De studenten kunnen de uitleg over vermenigvuldigen volgen.	De student neemt actief deel aan de uitleg.	Uitleg van cijferend vermenigvuldigen op 2 cijferende manieren: - Eenheden	Digibord/scholibord Pennen/stiften Sommen - $255 \times 16 = (4080)$	

			opschrijven - Uitschrijven	- $2,8 \times 1,8 = (5,04)$	
00:20 - 00:35 Stap 4	De studenten kunnen de opgaven in het vermenigvuldigen opgaveformulier correct oplossen en stellen vragen als dit nodig is.	De student werkt de opgaven in het voorbeeldopgavenboekje uit op één van de mogelijke oplossingswijzen	Rondlopen en begeleiden waar nodig	Opgaveboekjes Ruitjesvellen	
00:35 - 00:45 Stap 5	De studenten kunnen hun fouten corrigeren.	Vb. Één student komt naar voren om een som uit te werken op het bord	We bespreken de opgaven en halen de fouten er uit	Digibord/schoolbord Pennen/stiften	

Lesvoorbereiding Hoofdrekenen (Delen) voor het examen

Helaas is het door de pagina indeling 'staand' niet mogelijk deze pagina zoals gewenst 'liggend' weer te geven.

Docent: Ine Brouwers

Onderwerp: Hoofdbewerkingen 'Delen'

Tijd: 40 minuten

Datum:

Beginsituatie: Uit de voormeting is gebleken dat de studenten tussen de 40 en 80% van de examendeelopgaven fout maken. Ik verwacht dat enkele studenten nog bekend zijn met de twee strategieën voor het oplossen van deelopgaven, maar het komen tot een correct antwoord in het geval van delen met bijvoorbeeld komagetallen een probleem is. De beginsituatie wordt gemeten door middel van stap 2 in de lesvoorbereiding

Tijdsduur	Doel	Activiteit student	Activiteit docent	Materialen	Evaluatie
00:00 - 00:02 Stap 1	De studenten begrijpen de zin van deze extra begeleiding sles.	Luisteren	Vertel dat n.a.v. de nulmeting vandaag een extra les plaatsvindt over delen	-	
00:02 - 00:05 Stap 2	De studenten kunnen 1 som op hun eigen wijze oplossen. $249,6 : 8$	De studenten maken de opgaven. Groep Goed gaat (bij voorkeur) gelijk door naar stap 4.	Ik zet de uitwerking op het bord, waarna ik de groep verdeel. Allereerst kijk ik wie het antwoord goed heeft. De rest verdeelt zich over A (kolomsgewijs), B (staartdeling) en C (andere methode)		Om te meten wie meer instructie nodig heeft dan anderen.
00:05 - 00:20 Stap 3	De studenten kunnen de uitleg	De student neemt actief deel aan de uitleg	Uitleggen van Kolomsgewijs	Digibord/scholibord Pennen/stiften	Let op: staartdeling?!

	volgen met betrekking tot delen.		aftrekken	-9,6: 8 = (1,2) -194,4 : 0,9=(216) 851: 2,3=(370)	
00:20 - 00:35 Stap 4	De studenten kunnen de opgaven in het delen opgaveformulier correct oplossen en stellen vragen als dit nodig is.	De student werkt de opgaven in het voorbeeldopgavenboekje uit op één van de mogelijke oplossingswijzen	Rondlopen en begeleiden waar nodig	Opgaveboekjes Ruitjesvellen	00:20-00:35
00:35 - 00:45 Stap 5	De studenten kunnen hun fouten corrigeren.	Vb. Een student komt naar voren om een som uit te werken op het bord	We bespreken de opgaven en halen de fouten er uit	Digibord/schoolbord Pennen/stiften	00:35-00:45

Let op: haal de komma eerst uit je som voordat je gaat uitrekenen. Dat kan op 4 manieren.

Het getal bevat 2 kommagetallen:

- Maak er geld van: 3,60:0,04 wordt gemakkelijker als het EUR 3,60 : 0,04 ct wordt
- Vermenigvuldig beide getallen met 100: 3,60→360, 0,04→ 4 . 360: 4

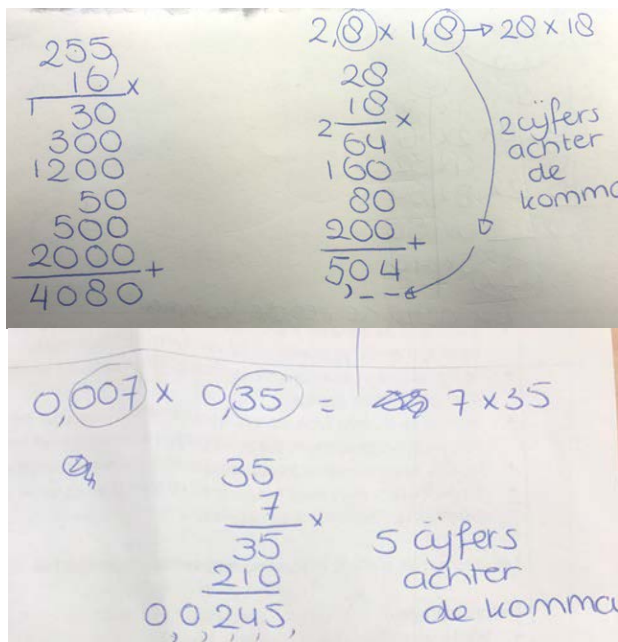
In 1 getal staat een komma:

1. bijv. 12,8: 4. Dan maak het kommagetal danig groter dat de komma er uit is: 12,8→128. 128: 4. In het begin vermenigvuldig je met 10, dus aan het eind moet je het antwoord nog wel door 10 delen.
2. Je kunt de deelsom opdelen in twee gemakkelijkere onderdelen en tel de uitkomsten bij elkaar op.
 - 12:4
 - 0,8:4

8.3 Interventiefase: werkbladen vermenigvuldigen/delen

Werkblad "Vermenigvuldigen" - Uitgewerkt met uitschrijven:

255x16 ----- 2.8x1.8 ----- 0,007 x 0,35



Werk de volgende sommen uit:

431x

418x14

329x18

121x27

141x69

0.63x1.2

8.56x0.018

26.9x1.9

98x0.16

0.27x0.18

0,04x0,005

Werkblad "Vermenigvuldigen" - Uitgewerkt met onthouden:

255x16 ----- 2.8x1.8 ----- 0,007 x 0,35

The image shows three handwritten examples of multiplication problems and their solutions, illustrating the 'rounding' method (onthouden) for decimal multiplication.

Example 1: 255 x 16

$$\begin{array}{r} 255 \\ \times 16 \\ \hline 1530 \\ 2550 \\ \hline 4080 \end{array}$$

Example 2: 2.8 x 1.8

2,8 x 1,8 → 28 x 18

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 18 \\ \hline 224 \\ 280 \\ \hline 504 \end{array}$$

Handwritten notes for Example 2: "niet geschijven" (not written) and "2 cijfers achter de komma" (2 digits after the comma).

Example 3: 0,007 x 0,35

0,007 x 0,35 = 7 x 35

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 7 \\ \hline 245 \end{array}$$

Handwritten note for Example 3: "5 cijfers achter de komma" (5 digits after the comma).

Final result for Example 3: 0,00245

Werk de volgende sommen uit:

431x17

418x14

329x18

121x27

141x69

0.63x1.2

8.56x0.018

26.9x1.9

98x0.16

0.27x0.18

0,04x0,005

Werkblad "Delen" - Uitgewerkt Herhaald aftrekken:

9,6 : 8 ----- 194,4 : 0,9 ----- 851 : 2,3

Handwritten examples of long division on a grid background:

- Example 1:** $9,6 : 8 = 1,2$. Shows a multiplier table for 8 (1x8, 2x16, 4x32, 8x64, 10x80, 12x96) and a note "12 : 10 = 1,2".
- Example 2:** $194,4 : 0,9 = 216$. Shows a multiplier table for 9 (1x9, 2x18, 4x36, 8x72, 10x90, 5x45) and a note "(216)".
- Example 3:** $851 : 2,3 = 370$. Shows a multiplier table for 23 (1x23, 2x46, 4x92, 8x184, 10x230, 5x115) and a note "(37) x 10 = 370".

Werk de volgende sommen uit:

928 : 4

976 : 4

630 : 5

984 : 6

944 : 8

896 : 0,16

62,7 : 1,9

88,2 : 1,8

27 : 0,5

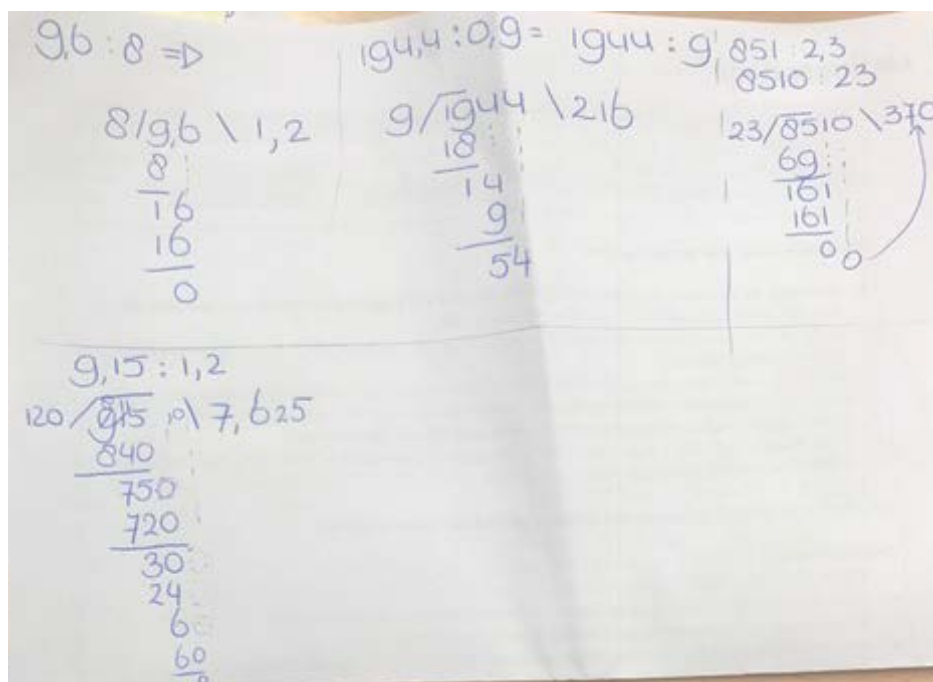
9,6 : 8

8,9 : 5

3,18 : 1,7 (Uitdaging!)

Werkblad "Delen" - Uitgewerkte Staartdelingen:

9,6 : 8 ----- 194,4 : 0,9 ----- 851 : 2,3 ----- 9,15 : 1,2



Werk de volgende sommen uit:

928 : 4

976 : 4

630 : 5

984 : 6

944 : 8

896 : 0,16

62,7 : 1,9

88,2 : 1,8

27 : 0,5

9,6 : 8

8,9 : 5

3,18 : 1,7 (Uitdaging!)

8.4 Evaluatiefase: nameting

Nameting hoofdrekenen

Naam:

Klas:

$1783 + 2618 =$	$6 + 32 : (4 \times 2) =$
$9 \times 11 \times 13,5 =$	Schrijf in decimalen. $11 \frac{4}{5} =$
$5075 : 25 =$	$5619 - 1954 =$
$137,7 + 356,12 =$	$2,4 \times 5,6 =$
$12,5\% \text{ van } 1632 =$	Je gaat een wand verven van 5 bij 2,4 meter. Je gebruikt verf waarvan het verbruik 1 liter per 6 m² is. Hoeveel liter verf heb je nodig? liter
$-33 - 19 =$	$28 \times 96 =$
$195,3 : 0,9 =$	$\frac{4}{5}$ deel van €350 =
$80,3 - 9,68 =$	$874 : 23 =$

$501,7 + 8,62 =$	Recept 25 muffins Ingrediënten 400 gram Zelfrijzend bakmeel 200 gram Kristalsuiker 1 tl Bakzout (<i>natriumbicarbonaat</i>) 250 ml Halfvolle melk 125 ml Zonnebloemolie 2 Elstar appels 1 zakje Vanillesuiker Kaneelpoeder Snufje zout 4 Eieren Je maakt 10 muffins. Hoeveel gram zelfrijzend bakmeel heb je nodig? gram
$40\% \text{ van } € 780 = €$	$4008 - 2817 =$

8.5 Evaluatiefase: enquête afgenomen onder respondenten

Tevredenheid Interventie extra lessen Hoofdbewerkingen

Naam:

Klas:

Geef met een kruisje aan in hoeverre je tevreden bent over de volgende onderwerpen:

	Helemaal niet tevreden	Niet tevreden	Tevreden	Heel tevreden
1. Instructie Programma Rekenblokken				
2. Instructie Vermenigvuldigen				
3. Instructie Delen				

Licht toe per onderdeel hierboven waarom je hierover wel/ niet tevreden bent:

1.

2.

3.

In hoeverre helpen de gegeven lessen om beter te kunnen hoofdrekenen op het examen:

	Helemaal niet	Weinig	Voldoende	Goed
1. Vermenigvuldigen				
2. Delen				

Kun je de opgaven over vermenigvuldigen/delen tijdens de nameting beter maken dan tijdens de voormeting? Omcirkel wat voor jou van toepassing is: Ja / nee

Kies tussen links en rechts (streep door/omcirkel) welke manier jou het beste lijkt om de rekendoelen te halen:

1. Veel instructie	2. Weinig instructie
1. Klassikale les	2. Individueel lesprogramma
1. Les met de computer	2. Les uit een boek
1. Zelfstandig thuis aan rekenen werken	2. In een les op school aan rekenen werken
1. Les met een vaste rekendocent het hele schooljaar	2. Les met een wisselende rekendocent per periode
Voeg zelf toe: 1.	3.

Wat vind jij een voorwaarde om deel te mogen nemen aan een rekenexamen?

Vind je dat het verplicht moet zijn om een voldoende te halen voor rekenen? En waarom wel of niet?

Heb je nog andere opmerkingen m.b.t. rekenen of de interventie, dan kun je ze hieronder kwijt:

Bedankt voor je medewerking. Groet, Ine Brouwers

PGO Hoofdrekenen

Ine Brouwers

55