Informatie over je scriptie

Gelieve dit formulier op te slaan, te wijzigen en samen met de digitale eindversie van je scriptie naar je begeleider te mailen. Voor vragen kijk op: http://studion.fss.uu.nl/helpdesk/student/scrol

Studentnummer: *	3512339

Initialen & voorvoegsels: *	A F D
Achternaam: *	Cuiper
Opleiding: *	Academische Lerarenopleiding Primair Onderwijs

Eventuele tweede student

Studentnummer:	3347400
Initialen & voorvoegsels:	A I
Achternaam:	Grootenboer
Opleiding:	Academische Lerarenopleiding Primair Onderwijs

Eventuele derde student

Studentnummer:	3499995
Initialen & voorvoegsels:	M J
Achternaam:	Veugen
Opleiding:	Academische Lerarenopleiding Primair Onderwijs

Begeleider

Naam begeleider: *	Chris Phielix
Naam evt. 2e begeleider:	

Scriptie

Titel Scriptie: *	**Ontdekkend leren in het rekenonderwijs** *Onderzoek naar de effectiviteit van ontdekkend leren door kinderen uit groep 8 bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën*
Taal Scriptie: *	Nederlands

Samenvatting:	Op basis van de opgedane ervaring van de leerkrachten op Daltonschool Rijnsweerd met ontdekkend leren in de zaakvakken, wordt verwacht dat ontdekkend leren leidt tot een hogere leermotivatie bij rekenen. In dit verslag zal gekeken worden naar het verschil in zowel de leerresultaten als de leermotivatie bij leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat ontdekkend leren leidt tot verhoogde leerresultaten (Throndsen, 2011; Cross, 2009; Hoogland, 2008; Blake & Parkinson, 1998). Uit onderzoek van Chung, Chin, Daud en Zakaria (2010) is gebleken dat samenwerking tijdens een rekentaak volgens ontdekkend leren, de leermotivatie ten opzichte van rekenonderwijs positief beïnvloedt. Met betrekking tot de leerresultaten bleek geen significant verschil aanwezig tussen de toetsresultaten van de experimentgroep en de controlegroep, met $t(52) = 1.08$, $p < .05$, $r^2 = .022$. Met betrekking tot de motivatie van de leerlingen bleek dat de leerlingen uit de experimentgroep na afloop van de lessencyclus niet significant hoger scoren in leermotivatie, met $t(23) = 1.26$, $p > .025$. Vastgesteld kan worden dat het ontdekkend leren geen effect heeft op de leerresultaten van de leerlingen in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd. Daarnaast valt te concluderen dat ontdekkend leren bij rekenonderwijs niet leidt tot een hogere leermotivatie bij de leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd. De resultaten van dit onderzoek sluiten hierdoor aan bij de bevindingen van Kirschner, Clark en Sweller (2006). Gebleken is dat ontdekkend leren meer tijd in beslag neemt, een grotere spreiding geeft in leerresultaten en tot geen significante verbeteringen leidt.
Trefwoorden: (gescheiden door ;)	Ontdekkend leren ; Rekenonderwijs ; Toetsresultaten ; Leermotivatie
Openbaar tonen: *	Ja
Of pas tonen na datum:	(dd-mm-jjjj)

Ingevuld op: * 17-05-2013
Door: * Anne-Ciska Cuiper

* = Verplicht in te vullen velden

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Ontdekkend leren in het rekenonderwijs

Onderzoek naar de effectiviteit van ontdekkend leren door kinderen uit groep 8 bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën

Auteurs:	Anne-Ciska Cuiper (3512339) Anna Grootenboer (3347400) Marijke Veugen (3499995)
Groep:	17
Studiegroep:	Alpo 4A
Aanduiding opdracht:	Bachelorthesis
Docent:	Chris Phielix
Inleverdatum:	17 mei 2013
Aantal woorden:	7654 woorden

Abstract

Op basis van de opgedane ervaring van de leerkrachten op Daltonschool Rijnsweerd met ontdekkend leren in de zaakvakken, wordt verwacht dat ontdekkend leren leidt tot een hogere leermotivatie bij rekenen. In dit verslag zal gekeken worden naar het verschil in zowel de leerresultaten als de leermotivatie bij leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat ontdekkend leren leidt tot verhoogde leerresultaten (Throndsen, 2011; Cross, 2009; Hoogland, 2008; Blake & Parkinson, 1998). Uit onderzoek van Chung, Chin, Daud en Zakaria (2010) is gebleken dat samenwerking tijdens een rekentaak volgens ontdekkend leren, de leermotivatie ten opzichte van rekenonderwijs positief beïnvloedt.

Met betrekking tot de leerresultaten bleek geen significant verschil aanwezig tussen de toetsresultaten van de experimentgroep en de controlegroep, met $t(52) = 1.08$, $p < .05$, $r^2 = .022$. Met betrekking tot de motivatie van de leerlingen bleek dat de leerlingen uit de experimentgroep na afloop van de lessencyclus niet significant hoger scoren in leermotivatie, met $t(23) = 1.26$, $p > .025$.

Vastgesteld kan worden dat het ontdekkend leren geen effect heeft op de leerresultaten van de leerlingen in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd. Daarnaast valt te concluderen dat ontdekkend leren bij rekenonderwijs niet leidt tot een hogere leermotivatie bij de leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd. De resultaten van dit onderzoek sluiten hierdoor aan bij de bevindingen van Kirschner, Clark en Sweller (2006). Gebleken is dat ontdekkend leren meer tijd in beslag neemt, een grotere spreiding geeft in leerresultaten en niet tot significante verbeteringen leidt.

Theoretisch kader

Introductie

Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht verzorgt onderwijs volgens het Daltonprincipe, uitgaande van zelfstandigheid, samenwerking en vrijheid in gebondenheid. Om samenwerking en de zelfstandigheid van leerlingen te bevorderen wordt in de zaakvakken, zoals *science,* aardrijkskunde en techniek, veel gewerkt aan de hand van ontdekkend leren. Volgens de leerkrachten zorgt deze werkwijze voor een verhoogde leermotivatie. De school geeft aan dat ze het ontdekkend leren tevens in het rekenonderwijs wil inzetten op bepaalde momenten. De school verzorgt momenteel reguliere rekenlessen volgens de methode *De Wereld In Getallen.* Op basis van de opgedane ervaring met ontdekkend leren in de zaakvakken wordt verwacht dat ontdekkend leren leidt tot een hogere leermotivatie bij rekenen.

Voordat het ontdekkend leren daadwerkelijk toegevoegd wordt aan het rekencurriculum van Daltonschool Rijnsweerd, is het van essentieel belang dat de effectiviteit van ontdekkend leren onderzocht wordt. In dit verslag zal daarom onderzoek gedaan worden naar het effect van ontdekkend leren bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein ‘meetkunde’. Hierbij wordt gekeken naar het verschil in zowel de leerresultaten als de leermotivatie bij leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. De resultaten van het onderzoek zullen voornamelijk van praktisch belang zijn voor Daltonschool Rijnsweerd. Het onderzoek zal bijdragen aan het wetenschappelijk belang doordat meer kennis ontstaat over de effectiviteit van ontdekkend leren in het rekenonderwijs.

Ontdekkend leren

Het ontdekkend leren behelst het actief eigen maken van kennis, doormiddel van het categoriseren van concepten in een betekenisvolle context (Woolfolk, Hughes & Walkup, 2008). Deze definitie sluit aan bij het hedendaagse rekenonderwijs, het realistisch rekenen, dat dezelfde principes naleeft (Galen, Feijs, Figueiredo, Gravemeijer, Herpen & Keijzer, 2000; Gravemeijer & Terwel, 2000). Binnen het ontdekkend leren moeten leerlingen zelf de basisprincipes ontdekken die bij een bepaalde leerstof horen (Berk, 2009; Woolfolk, et al., 2008). De docent geeft slechts voorbeelden waar de leerlingen mee werken tot zij de relaties, patronen en structuur van het onderwerp ontdekken. De ontdekkingen worden opgedaan door variabelen te manipuleren met verschillende materialen of verschijnselen. Hierdoor zijn drie verschillende vormen van actief leren te onderscheiden, namelijk verkennen, ontdekken en uitvinden (Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaum, 2011). Doordat het leren op verschillende manieren teweeg kan worden gebracht, werkt ontdekkend leren goed in taken zonder een vastgelegd antwoord, waarbij meerdere oplossingsstrategieën en oplossingen mogelijk zijn (McAllister & Plourde, 2008).

De rekenopdracht uit Bijlage 1 van Abels, Peltenburg en Verbruggen (2007) is een duidelijk voorbeeld van de inzetbaarheid van ontdekkend leren in het rekenonderwijs. In deze rekenopdracht, vormgegeven volgens de principes van het ontdekkend leren, krijgen de leerlingen een probleem voorgelegd. Het probleem betreft het berekenen van de werkelijke lengte van een dinosaurus. Dit probleem kunnen zij alleen oplossen wanneer zij zelf de leerstof en strategieën ontdekken en zich deze eigen maken. De leerlingen krijgen hiervoor het concept ‘schaal’ aangeboden, maar moeten zelf ontdekken hoe dit concept gehanteerd wordt.

In de rekenopdracht van Abels en collega’s (2007) uit Bijlage 1 zijn een aantal inhoudelijke principes van ontdekkend leren te benoemen. Zo wordt het concept ‘schaal’ in een betekenisvolle context geplaatst, namelijk ‘hoe groot zou de dinosaurus in werkelijkheid zijn?’. Vervolgens moeten de leerlingen zelf ontdekken hoe zij de grootte van de dinosaurus in werkelijkheid aan de hand van een afbeelding van een dinosaurus kunnen berekenen. De leerlingen passen de strategieën van het verkennen, omtrent het concept schaal en het plaatje, en ontdekken, omtrent de werking van het principe schaal, toe. Alleen het uitvinden ontbreekt binnen deze rekenopdracht, en voorbeelden worden eveneens niet veel aangeboden.

Voorwaarden voor ontdekkend leren

Naast de hiervoor genoemde inhoudelijke principes van ontdekkend leren, mag een instructie pas ontdekkend leren worden genoemd wanneer het aan een aantal voorwaarden voldoet. Eén van deze voorwaarden is dat nieuwe kennis wordt opgedaan met behulp van concreet materiaal en leertaken die zijn bedoeld voor het leren van specifieke kennis (Alfieri et al., 2011). De leertaak moet daarbij aansluiten bij een brede kennisbasis, zodat leerlingen nieuwe kennis hieraan kunnen koppelen (Mayer, 2004).

Een andere voorwaarde voor ontdekkend leren is de beschikking over voldoende metacognitieve vaardigheden (Harlen & Qualter, 2009). Metacognitieve vaardigheden zijn de vaardigheden waarmee leerprocessen worden gestuurd en gereflecteerd, zoals logisch redeneren en hypothetisch kunnen denken (Ten Dam & Vermunt, 2003). Om gestructureerd op zoek te gaan naar kennis en te kunnen

ontdekken, is het van belang dat kinderen zichzelf een vraag kunnen stellen waarop zij een antwoord kunnen vinden. Het stellen van hypothesen en eigen leerdoelen is volgens de Jong en Joolingen (1998) een voorwaarde om in staat te zijn ontdekkend te leren. Volgens Piagets cognitieve ontwikkelingstheorie bevinden kinderen van elf tot achttien jaar zich in de formeel operationele fase. In deze formeel operationele fase zijn kinderen cognitief toe aan abstract, systematisch en wetenschappelijk redeneren (Berk, 2009). Door de beschikbare metacognitieve vaardigheden kunnen kinderen vanaf elf jaar hypotheses stellen en bedenken op welke manier zij een hypothese kunnen controleren. Ontdekkend leren is blijkbaar geschikt voor kinderen vanaf ongeveer elf jaar.

Een andere voorwaarde voor succesvol ontdekkend leren betreft volgens Kirschner, Sweller en Clark (2006) de ondersteuning van het leerproces door de leerkracht. Instructie door de leerkracht is aan het begin van de taak of lessencyclus noodzakelijk, waarna de instructie in vervolgtaken of lessen steeds minder sturend wordt. De leerkracht vervult tijdens de instructie een voorbeeldrol in ontdekkend leren, bijvoorbeeld door middel van een handleiding of een voorbeeld (Alfieri et al., 2011). Tijdens de uitvoering van de leertaak vervult de leerkracht de rol van begeleider, en geeft ondersteuning aan het ontdekkende leerproces (Berk 2009). Hierbij is het van belang dat de leerkracht de leerlingen tijdens het ontdekkende leerproces zo in de gaten houdt, dat de leerkracht het ontdekkende leerproces kan sturen (Mayer, 2004). Op deze manier kan de leerkracht de leerlingen helpen verbanden te zien tussen verschillende concepten. De leerkracht kan vervolgens een vraag stellen die de nieuwsgierigheid opwekt van de leerlingen. Door deze werkwijze worden de leerlingen gestimuleerd intuïtieve gissingen te maken, en zo een antwoord te ontdekken of een regelmaat of begrip te doorzien (Woolfolk et al., 2008).

Ten slotte wijzen Harlen en Qualter (2009) op het belang van samenwerking bij ontdekkend leren. Wanneer de leerlingen discussiëren en elkaar aspecten uitleggen tijdens het ontdekkend leren zullen zij tot een verhoogd begrip komen. Hoewel het mogelijk is ontdekkend leren in te zetten zonder samenwerking, adviseren Harlen en Qualter (2009) om tijdens ontdekkend leren gebruik te maken van samenwerking tussen de leerlingen.

De voorwaarden voor ontdekkend leren zijn te verduidelijken aan de hand van het voorbeeld betreffende de dinosaurussen uit Bijlage 1 (Abels et al., 2007). In deze rekenopdracht wordt aangesloten bij de kennisbasis van de leerlingen. Niet alleen de voorkennis van de leerlingen omtrent dinosaurussen wordt geactiveerd, tevens wordt nagegaan welke leerlingen al weten wat het concept ‘schaal’ inhoudt. Uit het voorbeeld blijkt, door de vrije keuze in het ontdekken en eigen maken van rekenstrategieën, dat verondersteld wordt dat de leerlingen beschikken over metacognitieve vaardigheden. De leerkracht wordt de opdracht gegeven om het leerproces te ondersteunen en het leerproces te sturen wanneer de leerlingen bezig zijn met ontdekkend leren,. De leerkracht bespreekt tevens de rekenstrategieën en zegt geen antwoorden voor. Daarnaast wordt samenwerking geëist tijdens het maken van de opdracht. Een voorwaarde waar echter niet aan wordt voldaan, is het aanbieden van concreet materiaal.

Voordelen van ontdekkend leren

Daltonschool Rijnsweerd wil tijdens rekenen het ontdekkend leren toepassen, omdat wordt gedacht dat ontdekkend leren wellicht leidt tot betere leerresultaten. Uit verschillende onderzoeken

blijken deze effecten naar voren te komen (Throndsen, 2011; Cross, 2009; Hoogland, 2008; Blake & Parkinson, 1998). Zo blijkt uit onderzoek van Hoogland (2008) naar de effectiviteit van ontdekkend leren dat een rekenstrategie beter beklijft wanneer deze door middel van ontdekkend leren is opgedaan. Tijdens ontdekkend leren worden rekenstrategieën vanuit een betekenisvolle context aangeboden, waardoor de leerlingen zelf kennis construeren en zo komen tot de beste en snelste rekenstrategieën. Doordat de leerlingen zich de rekenstrategieën zelf eigen maken, onthouden de leerlingen de strategieën beter (Hoogland, 2008). Dit is een mogelijke oorzaak voor het behalen van hogere leerresultaten.

Tijdens ontdekkend leren ontwikkelen leerlingen hun metacognitieve vaardigheden (Throndsen, 2011). De ontwikkeling op het gebied van metacognitieve vaardigheden kan leiden tot vooruitgang op de cognitieve vaardigheden en de motivatie van leerlingen (Throndsen, 2011). Naast de ontwikkeling van de metacognitieve vaardigheden doen leerlingen tijdens ontdekkend leren ervaring op met discussies tijdens de klassikale instructie. De combinatie van de verhoogde metacognitieve vaardigheden en de integratie van discussie leidt volgens Cross (2009) tot beter conceptueel rekenbegrip bij de leerlingen. Het grotere conceptueel rekenbegrip van leerlingen maakt verhoogde rekenprestaties mogelijk.

Daarnaast leidt de samenwerking van leerlingen tijdens het ontdekkend leren aan een rekentaak tot verschillende voordelen. Zo biedt het gezamenlijk opschrijven en bediscussiëren van de rekentaak tijdens het ontdekkend leren voordelen voor de ontwikkeling van rekenkennis (Cross, 2009). In vergelijking tot alleen werken aan de rekentaak zal de rekenkennis hoger zijn wanneer deze in samenwerking wordt opgedaan. Bovendien is uit onderzoek van Blake en Parkinson (1998) gebleken dat leerlingen die ontdekkend hadden geleerd, dankzij de samenwerking betere resultaten behaalden op het gebied van interpersoonlijke vaardigheden dan leerlingen die via de traditionele weg leerden.

Nadelen van het ontdekkend leren

Naast de vele voordelen van ontdekkend leren bij een rekentaak bestaan ook bezwaren tegen ontdekkend leren bij een rekentaak. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat ontdekkend leren alleen effectief kan zijn wanneer de instructie op de juiste manier aangeboden wordt (Mayer, 2004; Alfieri et al., 2011). Wanneer leerlingen zonder verdere instructie gaan ontdekken zal deze rekeninstructie zeker geen leervoordelen met zich meebrengen. Volgens Kirschner en collega's (2006) zal instructie met weinig tot geen sturing zelfs leiden tot misconcepties of incomplete kennis. Blijkbaar leidt ontdekkend leren alleen tot voordelen wanneer het op de juiste manier aangeboden wordt.

Een mogelijk bezwaar van ontdekkend leren is dat soms teveel verschillende strategieën aangeleerd worden, wat veel werkgeheugen vereist van leerlingen (Rittle-Johnson, 2006). Ontdekkende leerlingen moeten immers meerdere activiteiten combineren. Zij houden zich niet alleen bezig met het oplossen van de som, maar tevens met het monitoren van het eigen probleemoplossende leerproces. Wanneer teveel strategieën in een rekenopgave kunnen worden gebruikt, bestaat de mogelijkheid dat er te weinig werkgeheugen overblijft voor het herkennen en selecteren van relevante informatie (Rittle-Johnson, 2006). Ontdekkende leerlingen zullen in dat geval niet of onvoldoende in staat zijn zich de rekenstrategieën eigen te maken.

Kirschner en collega's (2006) hebben daarnaast aangetoond dat ontdekkend leren niet voor iedere leerling geschikt is. Door ontdekkend leren ontstaan meer onderlinge leerverschillen tussen leerlingen. Sommige leerlingen zullen door ontdekkend leren de rekenstrategie zich beter eigen maken en een hogere prestatie behalen dan bij regulier rekenonderwijs. Andere leerlingen, bijvoorbeeld rekenzwakke kinderen, zullen door ontdekkend leren niet in staat zijn zich de rekenstrategieën eigen te maken. Deze leerlingen zullen door ontdekkend leren lagere resultaten halen dan bij regulier rekenonderwijs. Ten slotte benoemen Kirschner en collega's (2006) dat ontdekkend leren een tijdrovende instructiewijze is. Andere rekeninstructies vergen minder grondige voorbereiding en inzet tijdens de uitvoering van de les van de leerkracht.

Ontdekkend leren en motivatie

Leerkrachten op Daltonschool Rijnsweerd hebben opgemerkt dat ontdekkend leren bij de zaakvakken leidt tot een verhoogde motivatie. De school verwacht dan ook dat ontdekkend leren bij rekenonderwijs ook zal leiden tot een verhoogde motivatie.

Uit onderzoek van Chung, Chin, Daud en Zakaria (2010) is gebleken dat samenwerking tijdens een rekentaak volgens ontdekkend leren, de leermotivatie ten opzichte van rekenonderwijs positief beïnvloedt. Saab, Joolingen en Hout-Wolters (2009) hebben daarnaast aangetoond dat samenwerking een positief effect heeft op de motivatie en het leerproces van alle betrokkenen, wanneer één van de leerlingen of meerdere leerlingen positief gemotiveerd is ten opzichte van rekenen.

Onder leermotivatie wordt een cognitief proces verstaan wat gedrag in gang zet, stuurt en onderhoudt (Saab et al., 2009; Woolfolk et al., 2008). Motivatie speelt de belangrijkste rol bij de bepaling van de houding van leerlingen ten opzichte van een leertaak. Volgens Martino en Zan (2010) is de motivatie van leerlingen met betrekking tot rekenen maar zelden stabiel. Dit gegeven impliceert dat het nooit te laat is om een verandering in de motivatie van leerlingen teweeg te brengen. De verwachting van Daltonschool Rijnsweerd dat ontdekkend leren leidt tot een verhoogde leermotivatie bij rekenen is dan ook sterk aannemelijk.

Volgens Pintrich en de Groot (1990) kan de motivatie van een leerling om een taak te maken verdeeld worden in drie componenten. Het eerste component betreft de verwachtingen van de leerling ten opzichte van uitvoering van de taak. Hieronder valt bijvoorbeeld de mate waarin de leerling zichzelf capabel acht om de taak uit te voeren. Het tweede component betreft de waarde, het belang en de interesse die de leerling hecht aan de leertaak. Een voorbeeld is de mate waarin de taak nuttig voor de eigen ontwikkeling wordt bevonden. Het derde component is van affectieve aard, en omvat bijvoorbeeld de emotionele reactie van de leerling op de taak (Pintrich & de Groot, 1990).

Een leerling krijgt verwachtingsvolle motivatie wanneer een leertaak uitdaging biedt en het mogelijk is voor de leerling op de leertaak meesterschap te bereiken (Woolfolk et al., 2008). Volgens Pintrich en de Groot (1990) zijn de verwachtingen van een leerling betreffende de leertaak het beste te definiëren als het geloof van de leerling dat hij in staat is de leertaak te maken en hier zelf verantwoordelijk voor is. De vragen omtrent deze component draaien om *self-efficacy*, de mate waarin een leerling in staat is het eigen leerproces te beoordelen.

De waarde, het belang en de interesse van de leerling over de leertaak draaien volgens Pintrich en de Groot (1990) om de essentiële vraag waarom de leerling een leertaak wil uitvoeren. De auteurs

geven aan dat de waarde van de taak met name bepaald wordt door de mate van intrinsieke motivatie. Volgens Ten Dam en Vermunt (2003) studeert een leerling met een hoge intrinsieke motivatie vooral vanuit persoonlijke interesse. Een leertaak wekt de intrinsieke motivatie, wanneer deze leertaak tegemoet komt aan persoonlijke leerdoelen (Woolfolk et al., 2008).

Het affectieve component van motivatie betreft de emotionele reactie van de leerling op de taak (Pintrich en de Groot, 1990). De zelfregulerende metacognitieve vaardigheden spelen een grote rol binnen het affectieve component van motivatie. De emotionele reactie op een leertaak wordt mede gebaseerd op de mate van een grondige oriëntatie op een taak, een planmatige en systematische werkwijze en de evaluatie van het eigen gedrag (ten Dam & Vermunt, 2003). Een affectief gemotiveerde leerling koppelt succes- en faalmomenten aan controleerbare inspanning en vermogen. Daarnaast gelooft deze leerling dat bekwaamheid verbeterd kan worden door hard te werken, en meer kennis en vaardigheden te leren (Woolfolk et al., 2008).

Onderzoeksvraag met hypotheses

Wanneer de literatuur over ontdekkend leren bij rekenen in acht wordt genomen, blijkt dat het zelf ontdekken van kennis vele voordelen heeft. Zo leidt ontdekkend leren tot een actievere bijdrage van de leerling. Daarnaast biedt ontdekkend leren meer oog voor de context en de samenwerking. Deze verhoogde aandacht leidt tot betere (meta)cognitieve vaardigheden en hogere leermotivatie. Tevens kan ontdekkend leren bij rekenonderwijs leiden tot hogere leerresultaten. Belangrijk is dat de leerlingen beschikken over voldoende metacognitieve vaardigheden. Vanaf de leeftijd van elf jaar is dit het geval en zijn leerlingen in staat om abstract, systematisch en wetenschappelijk te redeneren. In dit onderzoek wordt gekeken of ontdekkend leren daadwerkelijk meer voordelen biedt dan de reguliere rekenonderwijsvorm. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

In hoeverre leidt ontdekkend leren bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' tot hogere leerresultaten en leermotivatie in vergelijking met het reguliere rekenonderwijs in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht?

Hierbij horen de volgende deelvragen:

- In hoeverre verschillen de toetsresultaten van de leerlingen tussen de ontdekkend leren en de reguliere aanpak van rekenen bij het aanleren van de nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd?
- In hoeverre zijn verschillen in de leermotivatie omtrent rekenen op te merken voor de start en na afloop van het aanleren van de nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' volgens het ontdekkend leren?

Verwacht wordt dat de leerlingen die de rekenstof zich eigen maken via ontdekkend leren hogere leerresultaten behalen dan de leerlingen die de rekenstof op reguliere wijze leren. Daarnaast wordt verwacht dat de leerlingen die hebben gerekend aan de hand van de ontdekkend leren rekentaak na afloop gemotiveerder zijn ten opzichte van rekenen dan voor de start van de ontdekkend leren rekentaak.

Methode

Design

In het onderzoek naar de verschillen in leerresultaten tussen ontdekkend leren en de reguliere instructiewijze werd gebruik gemaakt van een vergelijkend experimenteel design. Hierbij was de afhankelijke variabele de leerresultaten van de participanten, en de instructiewijze de onafhankelijke variabele. De participanten werden *proportionate stratified* ingedeeld in een experimentgroep en een controlegroep. Beide groepen volgden een lessenserie. De leerresultaten werden gemeten aan de hand van een methode onafhankelijke toets.

Daarnaast werd onderzocht wat de invloed van het ontdekkend leren is op de leermotivatie van de participanten uit de experimentgroep ten opzichte van rekenonderwijs aan de hand van een *survey research design.* De leermotivatie van de participanten uit de experimentgroep werd twee keer gemeten door het individueel invullen van een vragenlijst. De eerste vragenlijst, de nulmeting, werd voor de start van de eerste les afgenomen. De tweede vragenlijst, de herhaalde meting, werd na afloop van de lessencyclus ontdekkend leren afgenomen.

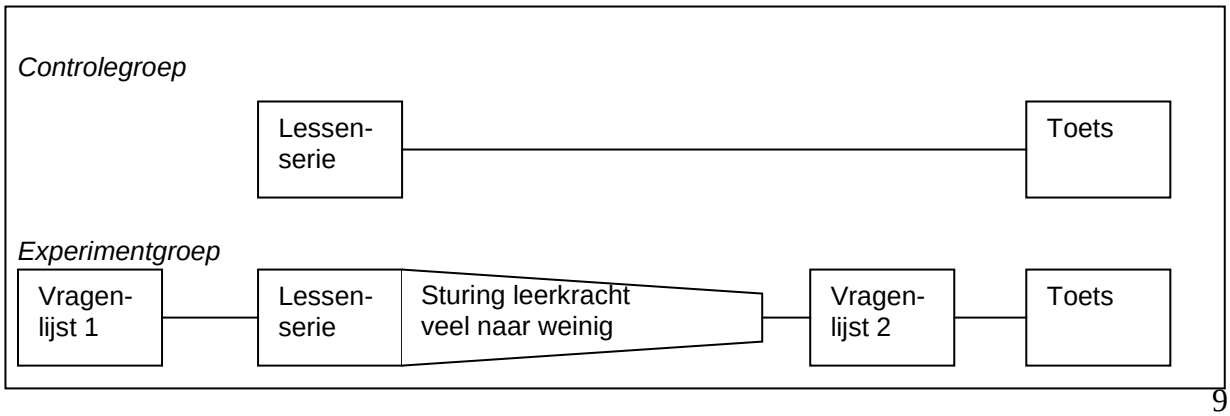
Procedure

Het onderzoek verliep voor de controlegroep en de experimentgroep niet volgens dezelfde procedure. Figuur 1 toont een schematische samenvatting van de procedure, het verschil tussen de groepen is hierin duidelijk weergegeven. Daarnaast is hieronder de procedure voor de controlegroep en de experimentgroep apart beschreven in chronologische volgorde.

De controlegroep volgde op dag 1 tot en met dag 5 de reguliere rekenlessen. Iedere reguliere rekenles nam in totaal driekwartier in beslag. Drie dagen na dag 5 werd vervolgens de rekentoets, ter meting van de leerresultaten, bij de controlegroep afgenomen. De afname van de rekentoets nam een half uur tot driekwartier in beslag. De controlegroep nam niet deel aan het invullen van de vragenlijsten.

De experimentgroep vulde voor de start van de eerste les de eerste vragenlijst in. Het afnemen van deze nulmeting nam tien minuten in beslag. Op de dag 1 tot en met dag 5 volgde de experimentgroep de rekenles volgens de principes van ontdekkend leren. Iedere rekenles nam, net als bij de controlegroep, driekwartier in beslag. Na de laatste rekenles volgens het ontdekkend leren vulde de experimentgroep de tweede vragenlijst in. Het afnemen van deze herhaalde meting nam tien minuten in beslag. Vervolgens werd bij de experimentgroep drie dagen later de rekentoets afgenomen. Het afnemen van deze rekentoets, nam net als bij de controlegroep, een half uur tot driekwartier in beslag.

Figuur 1. Schematische Opbouw van het Onderzoek voor Controle en Experimentgroep



Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Participanten

Dit onderzoek werd uitgevoerd in twee klassen uit groep acht, in totaal 54 leerlingen, van Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. De populatie bestond uit leerlingen met voornamelijk hoogopgeleide, autochtone ouders. De gemiddelde leeftijd van de leerlingen bedraagt 12 jaar en 1 maand (SD = 0.35). De meeste leerlingen scoorden op het gebied van rekenen hoger dan gemiddeld. Dit is afgeleid van de halfjaarlijkse Citotoets rekenen uit januari 2013. De meeste leerlingen scoorden een I of II niveau, slechts één leerling scoorde lager dan gemiddeld, IV niveau.

De 54 leerlingen werden voor de rekentaak *proportionate stratified* ingedeeld in een controlegroep en een experimentgroep, op basis van sekse, huidige klas en cito-score om *selection bias* te voorkomen. In Tabel 1 is de verdeling van de leerlingen over de groepen te zien. De participanten die deelnamen aan de vragenlijst betroffen de participanten uit de experimentgroep.

Tabel 1.

Verdeling van Leerlingen over de Groepen Binnen het Experiment

	I-score	*II-score*	*IV-score*	*Meisjes*	*Jongens*
Controlegroep	18	8	0	10	16
Experimentgroep	21	6	1	12	16
Totaal	39	14	1	22	32

Instrumenten

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van verschillende instrumenten; een reguliere lessenserie, een lessenserie ontdekkend leren, een rekentoets en een vragenlijst.

Lessenseries.

Gestart is met het selecteren van rekenlessen uit de methode *De Wereld in* Getallen voor de reguliere groep (Grootheest, Huitema & de Jong, 2009) . Voor de lessenserie meetkunde, het meten van hoeken, is gekozen omdat dit voor leerlingen een nog onbekend onderwerp is. Bovendien is het onderwerp van deze lessenserie zeer geschikt bevonden om op een ontdekkende manier te leren. Hoeken meten biedt namelijk de mogelijkheid tot het gebruik van meerdere oplossingsstrategieën, daarnaast geeft dit onderwerp de ruimte om gebruik te maken van concreet materiaal. Vervolgens zijn de rekenlessen voor de experimentgroep ontworpen volgens de principes van het ontdekkend leren. In Tabel 2 is te zien welke aspecten kenmerkend zijn voor een reguliere rekenles en een rekenles volgens ontdekkend leren.

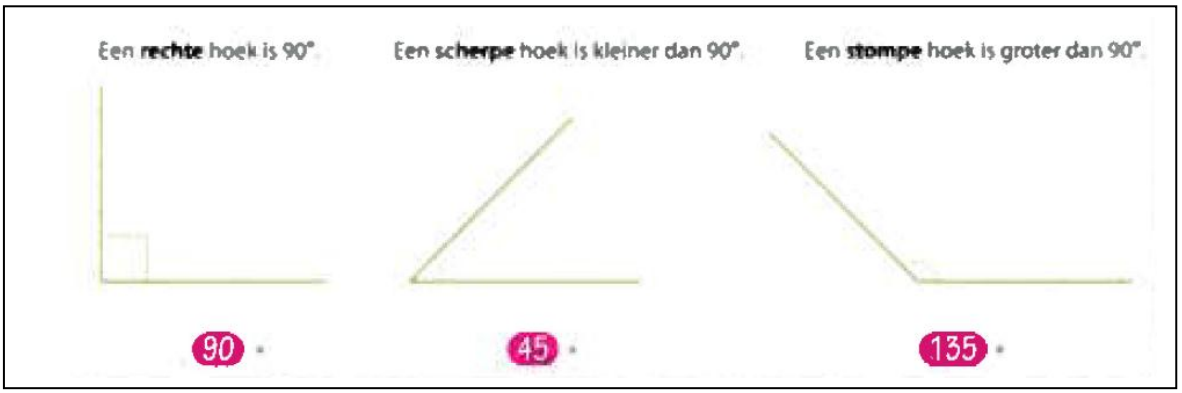
Tabel 2.

Kenmerken van een Reguliere Rekenles en een Rekenles volgens Ontdekkend Leren

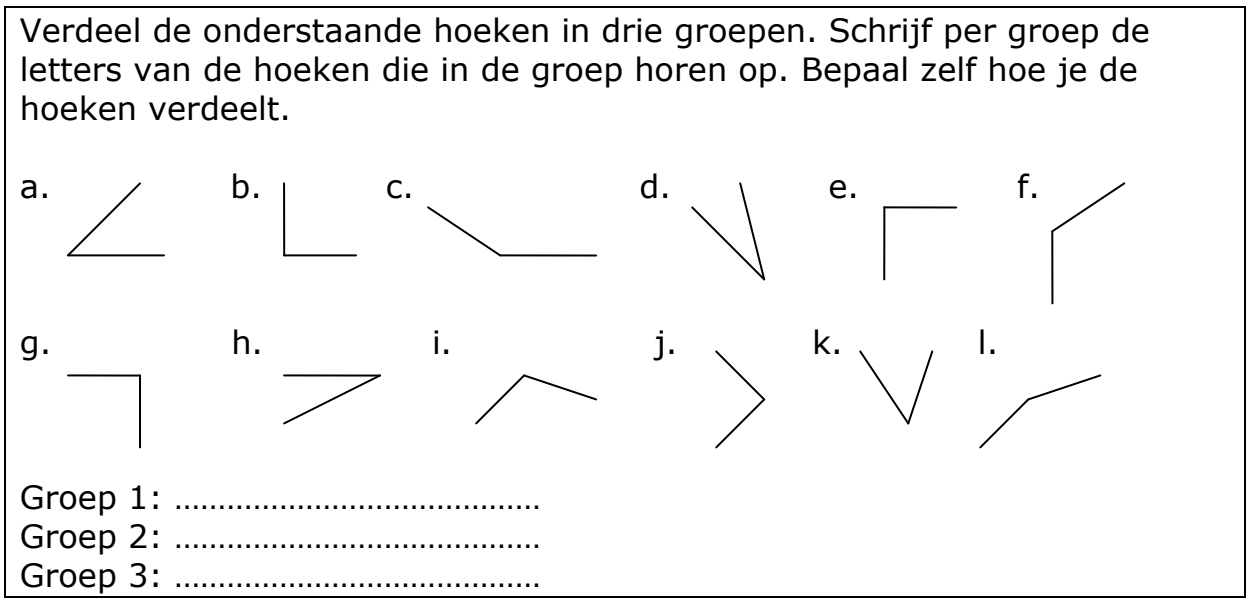
Kenmerken reguliere rekenles	Kenmerken rekenles volgens ontdekkend leren
Geen context	Betekenisvolle context
Geen samenwerking	Samenwerking
Passief	Actief
Leerkracht geeft instructie	Leerkracht vervult voorbeeldrol
Eén oplossing mogelijk	Meerdere oplossingsstrategieën mogelijk
Geen verbanden	Leggen van verbanden

Figuur 2 en Figuur 3 verduidelijken de omzetting van een reguliere rekenopgave naar een rekenopgave volgens ontdekkend leren. Deze rekenopgaven voldoen aan de respectievelijke kenmerken van het betreffende soort rekenopgave. Een voorbeeld is het feit dat in de reguliere rekenles slechts één oplossing mogelijk is. In de rekenles volgens ontdekkend leren zijn meerdere oplossingsstrategieën mogelijk. Begeleiding van de leerkracht zal leiden tot de juiste ontdekking. In Bijlage 2 staat de gehele lessenserie 'hoeken meten' volgens de principes van ontdekkend leren. In Bijlage 3 staat de gehele reguliere lessenserie 'hoeken meten' (Grootheest et al., 2009).

Figuur 2. Introductie van Verschillende Soorten Hoeken in de Reguliere Rekenles



Figuur 3. Introductie van Verschillende Soorten Hoeken in de Rekenles volgens Ontdekkend Leren



Rekentoets.

Drie dagen na afloop van de laatste rekenlessen werden de controlegroep en de experimentgroep met dezelfde methode onafhankelijke rekentoets getest op leerresultaten. Deze methode onafhankelijke toets is te zien in Bijlage 4. De toets is ontworpen op basis van de taxonomie voor het meten van onderwijsresultaten van Bloom (Krathwohl, 2002). In deze toets werden de leerlingen getoetst op de volgende leerdoelen:

- het meten van hoeken
- de kennis van soorten hoeken

- een rechte lijn is 180°
- de kennis van driehoeken en vierhoeken
- het tekenen van hoeken, driehoeken en vierhoeken.

In Figuur 4 is een van de opgaven uit de toets te zien. Het leerdoel van deze opgave betrof het tekenen van hoeken.

Figuur 4. Voorbeeldopgave uit de Toets

Opgave 5. Hoeken tekenen. Teken hieronder de volgende hoeken. a. Een hoek van 50º b. Een hoek van 140º

In Bijlage 5, taxonomie van de toetsvragen, is een uitgebreide indeling van de toetsvragen te zien. Een belangrijk kenmerk van de toets betrof dat de toets bestaat uit onafhankelijke vragen. Zo konden leerlingen voor het voorbeeld uit Figuur 4 zowel voor vraag a als voor vraag b 2 punten scoren. Hierdoor is per vraag vast te stellen of een leerling deze goed of fout heeft beantwoord.

Vragenlijst.

De leermotivatie van de participanten uit de experimentgroep werd gemeten door middel van het afnemen van een vragenlijst bestaande uit twaalf gesloten vragen. Deze twaalf gesloten vragen zijn gemeten op een vijfpunts-Likert schaal, met de indeling score 1 ‘Sterk oneens’ tot score 5 ‘Sterk mee eens’. De vragenlijst is te zien in bijlage 6. Volgens Abels en collega’s (2007) is het van belang om aan te sluiten bij het niveau en de belevingswereld van de leerlingen. Dit is bereikt door de vijf punten tevens weer te geven in emotie-uitdrukkende gezichten. Een voorbeeld van zo’n vraag volgens een vijfpunts-Likert schaal is te zien in Figuur 5.

Figuur 5. Voorbeeld Vraag uit de Vragenlijst

	Sterk oneens	Oneens	Neutraal	Mee eens	Sterk mee eens
Ik vond de rekentaak belangrijk	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)

De vragenlijst bestond uit verschillende componenten om de motivatie van de leerlingen te meten. Per component werden drie verschillende vragen gesteld, zodat van ieder component omtrent de motivatie van de leerlingen een beeld kon worden vastgesteld. Deze componenten zijn gebaseerd op de factoren die naar voren zijn gekomen in het onderzoek van Pintrich en de Groot (1990). De vragen uit de ontwikkelde vragenlijst zijn letterlijk vertaald en overgenomen uit de vragenlijst van Pintrich en de Groot (1990). In Tabel 3 is te zien uit welke componenten de leermotivatie bestaat en welke vragen onder iedere subschaal vallen.

Tabel 3.

Opbouw van de Motivatie ten opzichte van Rekenonderwijs in de Vragenlijst (Pintrich & de Groot, 1990)

Schaal	Component	Aantal vragen
	Verwachting van de leertaak	
1	Self-efficacy	3 gesloten vragen; 1,5 en 12
	Waarde van de leertaak	
2	Intrinsic Value	3 gesloten vragen; 2,7 en 10
	Affectief component van de leertaak	
3	Cognitive Strategy Use	3 gesloten vragen; 3,8 en 11
4	Self-Regulation	3 gesloten vragen; 4,6 en 9
	Leermotivatie	12 gesloten vragen

Belangrijk is dat de betrouwbaarheid van de subschalen en de vragenlijst wordt gemeten. Zelfs wanneer de vragenlijst een bestaande vragenlijst is die al is getest, is het belangrijk om de betrouwbaarheid na te gaan, omdat verschillende factoren invloed kunnen hebben op de betrouwbaarheid van de vragenlijst. Hierbij kan worden gedacht aan de culturele verschillen, verschil in het gebruik van taal of aan de verschillen in de steekproef en situaties (Brace, Kemp & Snelgar, 2013). Wanneer wordt gekeken naar de ontworpen subschalen op de vragenlijst, komen in Tabel 4 de volgende Cronbach's α naar voren.

Tabel 4

Cronbach Alpha's per Onderdeel van de Vragenlijst

Schaal	Omschrijving	k	Cronbach's alpha (*α*)
1	Self-efficacy	3	.72
2	Intrinsic Value	3	.71
4	Self-Regulation	3	.74
Totaal	Leermotivatie	9	.81

Zoals gebleken is subschaal 3, *Cognitive Strategy Use* uit de vragenlijst gehaald, omdat de items in deze factor niet genoeg met elkaar interacteren (α = 0.04). Wanneer een item in deze subschaal werd verwijderd, nam de Cronbach's α niet voldoende toe om de schaal als betrouwbaar te beoordelen.

Analyse

De verzamelde data bestond uit de berekende cijfers van de rekentoetsen van de experimentele groep en de controle groep, die ingevoerd zijn in SPSS. Deze cijfers zijn tot stand gekomen door alle punten bij elkaar op te tellen van een toets, te delen door het totaal aantal te behalen punten en dit vervolgens te vermenigvuldigen met negen, plus één. De cijfers zijn daarna afgerond op één decimaal achter de komma. Vervolgens werd een onafhankelijke eenzijdige t-toets afgenomen in SPSS. Gekeken werd of het gemiddelde cijfer van de experimentele groep significant hoger was dan het gemiddelde cijfer van de controlegroep met α=.05.

In de analyse van de vragenlijst werd, zowel voor de nulmeting als voor de herhaalde meting, voor iedere vraag de gemiddelde score op de vijfpuntsLikert schaal berekend. Deze gemiddelde scores

werden ingevoerd in SPSS. Vervolgens werd per subschaal en voor de gehele vragenlijst een gepaarde t-toets afgenomen met α=.025 om verschillen in de leermotivatie te bepalen.

Resultaten

Het verschil in toetsresultaten tussen experimentgroep en controlegroep

Uit de analyse van de toetsresultaten bleek de experimentgroep geen significant hogere cijfers te halen dan de controlegroep, met $t(52) = 1.08$, $p < .05$, $r^2 = .022$. De resultaten omtrent de toetsresultaten zijn te zien in Tabel 5.

Tabel 5.
Gegevens Toetsresultaten

	n	M	SD	*p*
Experimentgroep	28	7.21	2.16	.15
Controlegroep	26	6.65	1.58	.14

Het verschil in leermotivatie bij de vragenlijsten

Bij de drie subschalen die voldoen aan een goede waarde van Cronbach's α, is een gepaarde t-toets uitgevoerd over de voor- en nameting. Hieruit komt bij de subschaal *Self-efficacy* uit dat geen significant verschil is aangetoond, met $t(23) = .39$, $p > .025$, eenzijdig. Uit de subschaal *Self-Regulation* bleek geen significant verschil, met $t(23) = 1.37$, $p > .025$, eenzijdig. Uit de subschaal *Intrinsic Value* bleek geen significant verschil, met $t(23) = 1.81$, $p > .025$, eenzijdig. Tevens is een gepaarde t-toets gedaan bij de voor- en nameting bij de gehele vragenlijst. Hieruit kwam $t(23) = 1.26$, $p > .025$, eenzijdig. In Tabel 6 zijn de resultaten omtrent de vragenlijsten zijn te zien.

Tabel 6.
Gegevens Vragenlijsten

Schaal	n	M	SD	*p*
1	24	.13	1.57	.35
2	24	.67	1.81	.04
4	24	.50	1.79	.10
Totaal	24	.88	3.39	.11

Conclusie

In dit onderzoek is gekeken in hoeverre ontdekkend leren bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' leidt tot hogere leerresultaten en hogere leermotivatie in vergelijking met het reguliere rekenonderwijs. Dit onderzoek is uitgevoerd in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. Verwacht werd dat de leerlingen die de rekenstof zich eigen maakten volgens de principes van ontdekkend leren hoger zouden scoren op de toets. Daarnaast werd verwacht dat de leermotivatie van de leerlingen na het volgen van de lessenserie volgens ontdekkend leren hoger was dan voorheen. Uit de resultaten blijkt echter dat ontdekkend leren bij rekenen niet leidt tot een verandering in leerresultaten en leermotivatie.

Met betrekking tot de leerresultaten blijkt geen significant verschil aanwezig tussen de toetsresultaten van de experimentgroep en de controlegroep, met $t(52) = 1.08$, $p < .05$, $r^2 = .022$. Hieruit valt te concluderen dat de leerlingen die de rekenstof zich eigen hebben gemaakt volgens ontdekkend leren niet anders scoren dan de leerlingen die op reguliere wijze leren. Vastgesteld kan worden dat het ontdekkend leren geen effect heeft op de leerresultaten van de leerlingen in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd.

Met betrekking tot de motivatie van de leerlingen blijkt dat de leerlingen uit de experimentgroep na afloop van de lessencyclus niet significant hoger scoren in leermotivatie, met $t(23) = 1.26$, $p > .025$. Hieruit valt te concluderen dat ontdekkend leren bij rekenonderwijs niet leidt tot een hogere leermotivatie bij de leerlingen uit groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd.

Discussie

De resultaten en conclusie van het onderzoek dragen bij aan zowel wetenschappelijk als praktisch belang. Op het gebied van wetenschappelijk belang draagt dit onderzoek bij aan meer kennis over de effectiviteit van ontdekkend leren in het rekenonderwijs. Echter, dit wetenschappelijk belang is minimaal, aangezien dit onderzoek is gericht op één specifieke groep in één school. Voor gefundeerde wetenschappelijke kennis over ontdekkend leren in rekenonderwijs is het raadzaam dat vervolgonderzoek naar ontdekkend leren in rekenonderwijs op grotere schaal wordt opgezet. In tegenstelling tot het wetenschappelijk belang, is het praktisch belang van dit onderzoek groot voor Daltonschool Rijnsweerd. Deze school kan immers op basis van de resultaten beslissen of ontdekkend leren opgenomen gaat worden in het rekencurriculum. Bovendien heeft de school een voorbeeld gekregen van de manier waarop ontdekkend leren in het rekenonderwijs kan worden vormgegeven.

Uit de resultaten blijkt dat de toetsresultaten van de experimentgroep een grotere spreiding bevatten dan de toetsresultaten van de controlegroep. In de experimentgroep verschillen de toetsresultaten sterk, de scores liggen tussen de 1,5 tot een 9,8. Veel hoge en lage cijfers zijn geconstateerd, maar weinig gemiddelde scores. In de controlegroep liggen de toetsresultaten veel minder uit elkaar. Veel gemiddelde scores zijn geconstateerd met slechts enkele uitschieters. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat ontdekkend leren alleen effectief is wanneer deze instructiewijze past bij de leerstijl en bekwaamheden van de leerling. Zo is het mogelijk dat een gedeelte van de leerlingen uit de experimentgroep over onvoldoende metacognitieve vaardigheden beschikt, waardoor ontdekkend leren niet bij hen past (Kirschner et al., 2006; Throndsen, 2011). Echter voor sommige leerlingen zal ontdekkend leren blijkbaar wel zinvoller zijn dan de reguliere rekenwijze. Opvallend is dat niet mag worden geconstateerd dat leerlingen die een hoog niveau hebben behaald voor rekenen, tevens hoge cijfers behalen na de lessenserie volgens ontdekkend leren. Dit betekent dat ontdekkend leren tevens voor de leerlingen met een laag rekenniveau voordelen kan hebben. Dat kan een belangrijke reden zijn om vervolgonderzoek uit te voeren waarbij gekeken wordt voor welke leerlingen ontdekkend leren een geschikt instructieprincipe is. Wanneer dit bekend is kan Daltonschool Rijnsweerd wellicht bij deze kinderen gebruik maken van ontdekkend leren. Sommige leerlingen zullen namelijk dankzij ontdekkend leren de leerstof beter onthouden, zoals blijkt uit de extreem hoge scores die zijn behaald door sommige leerlingen.

Hoewel getracht is omgevingsinvloeden zoveel mogelijk onder controle te houden, hebben enkele aspecten meegespeeld in de uitkomst van de resultaten. Zo bleek dat in beide groepen de lessen niet elke dag door dezelfde leerkracht verzorgd konden worden. Hierdoor werd zowel in de experimentgroep als de controlegroep een les verzorgd door een leerkracht die niet volledig op de hoogte en onvoldoende betrokken was bij het onderzoek. Deze onbekendheid met het onderzoek zal waarschijnlijk grotere gevolgen hebben gehad voor de experimentgroep dan de controlegroep, aangezien de instructie bij de experimentgroep vrij complex is. Bovendien bleek het tijdens iedere les noodzakelijk dat de leerkracht van de experimentgroep veel begeleiding bij de instructie van de onderzoekers kreeg. Deze zaken kunnen volgens de theorie van Kirschner en collega's (2006) geleid hebben tot instructie die niet volledig voldeed aan de instructieprincipes van de betreffende groep. Voor vervolgonderzoek wordt geadviseerd de lessen te laten verzorgen door experts, die altijd aanwezig zullen zijn.

Een andere factor die de resultaten kan hebben beïnvloed zijn de omgevingsfactoren van de doelgroep. Op de een na laatste dag van de lessencyclus werden de toelatingen op middelbare scholen bekend gemaakt. Aangezien meerdere leerlingen uitgeloot waren, veroorzaakte dit veel commotie en afleiding in de klas. Dit kan geleid hebben tot minder capaciteit in het werkgeheugen van de leerlingen (Rittle-Johnson, 2006), waardoor zij zich minder actief konden bezighouden met de les. In vervolgonderzoek wordt daarom aangeraden de lessencyclus uit te voeren in een rustige week, waarin geen bijzonderheden plaatsvinden.

Een ander discussiepunt betreft de tijd waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden. De beide groepen hebben één onderwerp behandeld in vijf dagen. In deze vijf dagen kregen de leerlingen de mogelijkheid zich nieuwe rekenstrategieën eigen te maken. Echter, vijf dagen is een korte periode om het nieuwe instructieprincipe ontdekkend leren volledig te internaliseren. Dit geldt voor zowel de leerlingen als de leerkrachten. Het korte tijdsbestek kan de resultaten beïnvloed hebben. Wellicht leidt een langdurigere lessencyclus wel tot significante verschillen. Een ander advies voor vervolgonderzoek betreft de opname van een follow-up test. Volgens Hoogland (2008) zullen leerlingen die op een ontdekkende manier leren zich de rekenstrategieën immers beter eigen maken dan leerlingen die op een reguliere manier leerden. In dit geval zullen de leerlingen uit de ontdekkend leren groep de rekenstrategieën beter onthouden op de langere termijn dan de reguliere groep.

Een belangrijk aspect is dat de experimentgroep beduidend meer tijd nodig bleek te hebben voor de uitvoering van een les dan de controle groep. Wellicht heeft dit gegeven een verminderde motivatie veroorzaakt bij de experimentgroep, doordat zij het idee kregen minder bekwaam te zijn dan de controlegroep die veel korter bezig was met dezelfde rekenstof (Pintrich & de Groot, 1990). Deze langere tijdsduur kan hebben meegespeeld in het feit dat de leerlingen niet hoger scoorden in leermotivatie (Kirschner et al., 2006). Voor vervolgonderzoek wordt daarom geadviseerd van te voren te controleren of de verschillende groepen ongeveer dezelfde tijd kwijt zijn aan het uitvoeren van de lessen.

Een ander aspect dat het onderzoek beïnvloed heeft is dat niet iedere participant, bijvoorbeeld door ziekte, elke les heeft gevolgd. De leerkrachten hebben getracht deze leerlingen zo goed mogelijk op de hoogte te brengen van de gemiste leerstof, toch zal dit invloed hebben gehad. Volgens Mayer

(2004) is het immers van groot belang dat een leertaak aansluit bij de bestaande kennisbasis. In het geval van de lessencyclus zal door een gemiste les de kennisbasis niet meer volledig zijn. Het missen van lessen door ziekte is een bekend probleem in het onderwijs. Bij vervolgonderzoek zal deze factor eveneens niet volledig weggenomen kunnen worden.

Uit de resultaten van de vragenlijsten bleek dat de vragen niet samenhangend ingevuld waren. Dit kan duiden op slordig ingevulde vragenlijsten. Het praktijkbeeld bevestigt dit gegeven, de leerlingen vroegen zich sterk af wat het persoonlijk nut was van het invullen van de vragenlijsten. Een opmerking van een leerling tijdens de voormeting luidt als volgt; '*Is dit echt nodig?'* Tijdens het invullen van de nameting werden nog meer opmerkingen gehoord, een voorbeeld; *'Ik heb deze lijst vorige week ook al ingevuld, waarom moet het nog een keer?'.* Het invullen van de vragenlijsten werd daarom in een mum van een tijd gedaan. Voor vervolgonderzoek wordt geadviseerd persoonlijk nut voor leerlingen toe te voegen aan de vragenlijsten, zodat deze serieuzer ingevuld zullen worden. Op deze manier zullen de resultaten van de vragenlijst meer valide zijn.

Daarnaast is één subschaal verwijderd uit de oorspronkelijk opgestelde vragenlijst. Dit is gedaan omdat een te lage Cronbach's alpha uit deze subschaal naar voren kwam. Dit was een opvallend gegeven, omdat de vragen letterlijk zijn overgenomen uit de vragenlijst van Pintrich en de Groot (1990). Volgens Brace en collega's (2013) kan dit worden verklaard door de culturele verschillen, verschil in het gebruik van taal of aan de verschillen in de steekproef en situaties. Voor vervolgonderzoek wordt geadviseerd de vragenlijst voor de uitvoering van het onderzoek te testen.

Ten slotte is een punt van discussie de generaliseerbaarheid van de resultaten naar het algemene rekenonderwijs in Nederland. Dit onderzoek is beperkt op verschillende punten, waardoor geen uitspraak mag worden gedaan over het algemene rekenonderwijs. Allereerst zijn de groepen participanten voldoende om een uitspraak te kunnen doen over de resultaten voor de school, maar nemen te weinig participanten deel aan het onderzoek om de gegevens te kunnen generaliseren naar heel Nederland. Ook kunnen de resultaten niet gegeneraliseerd worden omdat de participanten geen afspiegeling vormen van de gehele populatie groep 8 leerlingen in Nederland. Ten eerste scoren de participanten gemiddeld vrij hoog op rekenniveau in vergelijking met de rest van Nederland. Daarnaast is het merendeel van de ouders van de leerlingen zijn hoog opgeleid, wat niet overeenkomt met het gemiddelde opleidingsniveau in Nederland. Ten slotte is het percentage allochtone leerlingen niet representatief voor de doelgroep. In de groep participanten is het percentage allochtone leerlingen laag (minder dan 10%), terwijl de doelgroep overeenkomt met het percentage allochtonen in Nederland dat 20,9% betreft (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2012).

De resultaten van dit onderzoek sluiten hierdoor aan bij de bevindingen van Kirschner en collega's (2006). Gebleken is dat ontdekkend leren meer tijd in beslag neemt, een grotere spreiding geeft in leerresultaten en tot geen significante verbeteringen leidt. Doordat deze resultaten precies overeenkomen met de bevindingen van Kirschner en collega's (2006) is dit onderzoek een extra bevestiging voor de bevindingen van de meer dan 60 onderzoeken die zijn meegenomen in het onderzoek van Kirschner en collega's (2006).

Verrassend is wel dat zelfs de motivatie van de leerlingen niet verbeterde door het ontdekkend leren, hoewel dit wel te verwachten was (Chung Chin, Daud & Zakaria, 2010; Saab, Joolingen & Hout-

Wolters, 2009). Als conclusie kan daarom voorzichtig worden gesteld dat beter kan worden vastgehouden aan de reguliere manier van rekenen en het ontdekkend leren niet aan het rekencurriculum toe te voegen.

Dit onderzoek heeft geen significante resultaten heeft opgeleverd, zowel op leerresultaten als op leermotivatie. Geadviseerd wordt daarom meer onderzoek te doen naar ontdekkend leren in het rekenonderwijs, voor een definitieve conclusie over het gebruik van ontdekkend leren in het rekenonderwijs wordt getrokken. In dit onderzoek is immers alleen gekeken naar de effecten bij leerlingen uit groep 8, op één specifieke school. Wellicht zijn de resultaten anders van aard wanneer het onderzoek bij meer scholen of groepen uitgevoerd wordt. Bovendien wordt geadviseerd een langere tijdsperiode van lessen aan te houden in vervolgonderzoek. Op deze manier kan bepaald worden of ontdekkend leren op lange termijn wellicht wel effect heeft.

Advies

Dit onderzoek is opgezet in opdracht van Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht. Deze school zou graag ontdekkend leren opnemen in het rekencurriculum. Dit aangezien de school verwacht dat ontdekkend leren bij rekenen zal leiden tot een verhoogde leermotivatie van leerlingen. Daarnaast past ontdekkend leren goed bij het onderwijs volgens het Daltonprincipe. Door ontdekkend leren verwacht de school dat de samenwerking en zelfstandigheid van de leerlingen wordt gestimuleerd.

Opzet onderzoek

In dit onderzoek is een verkenning gemaakt naar de effectiviteit van ontdekkend leren op de leerresultaten en leermotivatie van leerlingen. Gekozen is om het onderzoek uit te voeren in groep acht, aangezien de leerlingen in deze groep beschikken over voldoende metacognitieve vaardigheden. Voor het onderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld:

In hoeverre leidt ontdekkend leren bij het aanleren van nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' tot hogere leerresultaten en leermotivatie in vergelijking met het reguliere rekenonderwijs in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd te Utrecht?

Hierbij horen de volgende deelvragen:

- In hoeverre verschillen de toetsresultaten van de leerlingen tussen ontdekkend leren en de reguliere aanpak van rekenen bij het aanleren van de nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' in groep 8 op Daltonschool Rijnsweerd?
- In hoeverre zijn verschillen in de leermotivatie omtrent rekenen op te merken voor de start en na afloop van het aanleren van de nieuwe rekenstrategieën binnen het rekendomein 'meetkunde' bij het ontdekkend leren?

Om een antwoord te kunnen formuleren is een lessencyclus ontdekkend leren opgesteld. Deze lessencyclus heeft dezelfde inhoud als het onderdeel 'meten van hoeken' uit de reguliere methode. Gedurende een week hebben de leerlingen een lessencyclus gevolgd omtrent het meten van hoeken. De helft van de groep maakte zich de leerstof eigen via de principes van ontdekkend leren. De andere helft volgde de reguliere methode, De Wereld In Getallen. Na de lessencyclus werden de leeropbrengsten gemeten door middel van een toets.

Daarnaast is een vragenlijst afgenomen bij de experimentele groep. De vragenlijst is voor de lessencyclus afgenomen en aan het einde van de lessencyclus, voor het afnemen van de toets. De herhaalde meting van de vragenlijst had als doel verschillen te kunnen opmerken in leermotivatie voor de start en na afloop van het ontdekkend leren.

Resultaten

Uit de toetsresultaten bleek dat het gemiddelde toetsresultaat van de leerlingen uit de ontdekkend leren groep niet significant verschilde met het leerresultaat van de reguliere groep, met $t(52) = 1.075$, $p < .05$, $r^2 = .022$.

Uit de resultaten van de vragenlijst blijkt dat de leerlingen uit de experimentgroep na afloop van de lessencyclus geen verhoogde leermotivatie hebben ten opzichte van het rekenonderwijs, met $t(23) = 1.26$, $p > .025$.

Advies

Aan Daltonschool Rijnsweerd wordt geadviseerd ontdekkend leren niet op te nemen in het rekencurriculum. Het ontdekkend leren heeft immers geen effect op de toetsresultaten. Daarnaast is uit de resultaten van de vragenlijst gebleken dat ontdekkend leren geen verandering teweeg brengt in de leermotivatie van de leerlingen. De belangrijkste aanleiding van Daltonschool Rijnsweerd om ontdekkend leren op te nemen in het curriculum is de verwachting dat hierdoor de leermotivatie bij rekenonderwijs van leerlingen stijgt. Aan de school wordt dan ook afgeraden ontdekkend leren op te nemen in het rekencurriculum, ontdekkend leren bij rekenen leidt immers eerder tot een verminderde leermotivatie dan een verhoogde leermotivatie.

Een andere reden om het ontdekkend leren af te raden is, omdat de lessen veel langer duren dan de reguliere lessen. Dit demotiveert de leerlingen (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). De instructiewijze kost de docent bovendien veel meer tijd en aandacht. De docent moet het leerproces van de leerlingen immers goed in de gaten kunnen houden, om misconcepties te voorkomen. Het kan hierdoor voorkomen dat niet iedere leerling evenveel aandacht krijgt, waardoor misconcepties ontstaan of de leerling niet alle leerstrategieën eigen kan maken. Dit effect kwam duidelijk naar voren in de grote spreiding van de toetsresultaten in de ontdekkend leren groep.

Sommige leerlingen uit de ontdekkend leren groep haalden wel duidelijk een (extreem) hoge score op de toets. Dit kan tot het advies leiden dat sommige leerlingen wel degelijk meer baat kunnen hebben bij rekenstrategieën op een ontdekkende manier te leren. Echter kan niet worden gezegd dat leerlingen met hoge rekenscores meer baat hebben aan een ontdekkend leren strategie, omdat de hoge scores vrij willekeurig waren behaald door zowel sterke als zwakke rekenaars. Wellicht kan worden geconcludeerd dat verschillende leerlingen verschillende leerstrategieën de voorkeur geven. De instructiewijze ontdekkend leren zal volgens deze theorie goed passen bij sommige leerlingen, onafhankelijk van het rekenniveau. Voor individuele leerlingen zal ontdekkend leren dan ook zeker tot voordelen op leerresultaten leiden. Echter, wanneer een advies moet gelden voor de gehele groep, blijkt het geen tot een negatief effect te hebben om nieuwe rekenstrategieën te leren volgens de instructiewijze ontdekkend leren.

Op basis van deze conclusies wordt aan de school aangeraden dat zij kritisch beoordelen of zij ontdekkend leren opnemen in het rekencurriculum, omdat dit geen beduidende voordelen oplevert.

Wellicht dat ontdekkend leren in het rekencurriculum slechts op schaarse momenten gehanteerd kan worden. Op deze wijze wordt toch tegemoet gekomen aan de leerlingen die duidelijk baat hebben bij het ontdekkend leren. Bovendien zorgt deze werkwijze voor variatie in het aanbieden van het vak rekenen. Afgeraden wordt ontdekkend leren op te nemen in het rekencurriculum met als doel de leerlingen meer te motiveren voor rekenen of om de gemiddelde rekenscore te verhogen.

Literatuur

Abels, M., Peltenburg, M., & Verbruggen, I. (2007). *Rijke reken-wiskunde problemen. Probleemoplossen in interactie.* Utrecht: Freudenthal Instituut.

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discoverybased instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology, 103*(1), 1–18.

Berk, L.E. (2009). *Child Development*. Boston: Pearson Education, Inc.

Blake, R.L., & Parkinson, L. (1998). Faculty Evaluation of the Clinical Performances of Students in a Problem-Based Learning Curriculum. *Teaching and Learning in Medicine, 10(2),* 69-73.

Brace, N, Kemp, R & Snelgar, R. (2013). *SPSS for Psychlogists*. *Fifth edition.* New-York: Routledge.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2012). *Bevolking; generatie, geslacht, leeftijd en herkomstgroepering, 1 januari.* Gevonden op 16 mei 2013 op http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37325&D1=0&D2=a&D3=0&D4=0&D5=0-4&D6=l&HD=110629-1412&HDR=G5,T,G3,G2,G4&STB=G1

Chung Chin, L., Daud, Md. Y. & Zakaria, E. (2010). The Effects of Cooperative Learning on Students' Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics. *Journal of social sciences*, *6 (2)*, 272-276.

Cross, D. I. (2009). Creating optimal mathematics learning environments: combining argumentation and writing to enhance achievement. *International journal of science and mathematics education, 7 (5)*, 905-930.

Dam, ten G., & Vermunt, J. *(2003).* De leerling. In N. Verloop, & J. Lowyck (Eds.), *Onderwijskunde,* (pp. 151-194). Groningen-Houten: Wolters-Noordhoff.

Galen, van F., Feijs, E., Figueiredo, N., Gravemeijer, K., Herpen, van E., & Keijzer, R. (2005). *Breuken, procenten, kommagetallen en verhoudingen. Tussendoelen annex leerlijnen.* Groningen: Wolters-Noordhoff.

Gravemeijer, K., & Terwel, J. (2000). Hans Freudenthal; a mathematician on didactics and curriculum theory. *Journal of curriculum studies, 32 (6),* p 777-797.

Grootheest, L, Huitema, S, & Jong, de J. (2009). *De Wereld in Getallen. Leerkrachtmap 8.* 's Hertogenbosch: Malmberg.

Harlen, W., & Qualter, A. (2009). *The teaching of science in primary schools*. Oxon: Routledge.

Hoogland, K. (2008). Nostalgische terugblik op de staartdeling. *NAW, 4,* 5-9.

Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, A.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist, 41(2),* 75–86.

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice, 41(4),* 212-218.

Martino, di P., & Zan, R. (2010). 'Me and maths': towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of mathematics teacher education, 13 (1),* 27-48.

Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist, 59*, 14–19.

McAllister, B., & Plourde, L. A. (2008). Enrichment curriculum: essential for mathematically gifted students. *Education, 129(1)*, 40-49.

Pintrich, P. R., & Groot, de E. V. (1990). Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. *Journal of Educational Psychology, 82 (1),* 33-40.

Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting transfer: Effects of self-explanation and direct instruction. *Child Development, 77,* 1–15.

Saab, N., Joolingen, van W. R., & van Hout-Wolters, B. H. A. M. (2009). The relation of learners' motivation with the process of collaborative scientific discovery learning. *Educational studies (Carfax Publishing)*, *35 (2)*, 205-223.

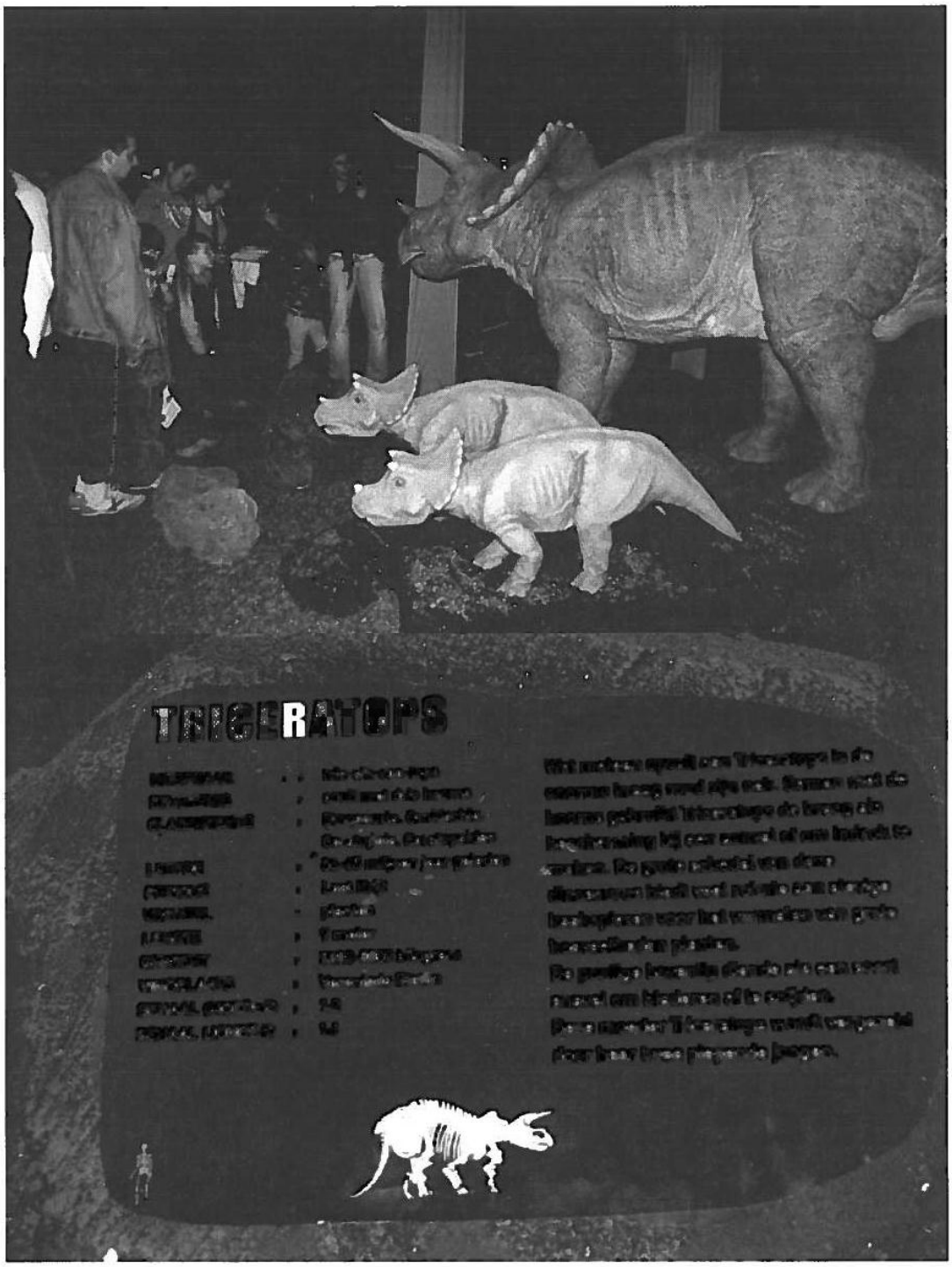
Throndsen, I. (2011). Self-regulated learning of basic arithmetic skills: A longitudinal study. *The British Psychological Society, 81,* 558 – 578.

Woolfolk, A., Hughes, M. & Walkup, V. (2008). *Psychology in Education.* Harlow: Pearson Education.

Bijlage 1: voorbeeld ontdekkend leren

Dino's op schaal

Abels, M., Peltenburg, M., & Verbruggen, I. (2007). *Rijke reken-wiskunde problemen. Probleemoplossen in interactie.* Utrecht: Freudenthal Instituut.



Dino's op schaal

Kopieerblad: Dino's op schaal

Wat betekent het dat iets op schaal is gemaakt? Wat betekent schaal 1 op 1? En schaal 1 op 2?
De leerlingen zoeken uit hoe groot een op schaal nagemaakte dinosaurus in werkelijkheid is geweest, waarbij ze gebruik kunnen maken van verschillende strategieën.

Titel	Dino's op schaal
Groep / niveau	Groep 4/5
Leerstofaspecten	Verhoudingen Schattend rekenen Gebruik van referentiematen
Bedoeling	Leerlingen lossen problemen op die te maken hebben met schaal, vergroten/verkleinen en verhoudingen.
Benodigdheden	Per tweetal: • kopieerblad Dino's op schaal • een groot vel papier
Organisatie	De leerlingen werken in tweetallen. Daarna wordt het werk klassikaal besproken. Welke verschillende strategieën zijn er in de klas gebruikt?
Voorwaardelijke vaardigheden	Weten dat een volwassene ongeveer één meter en 80 centimeter is.

Introductie van de context
Vertel dat het onderwerp van vandaag dinosaurussen is. Wie heeft wel eens iets gelezen over dinosaurussen? Wie is er wel eens naar een film of tentoonstelling over dinosaurussen geweest? Wat weten jullie van deze dieren?
Leven deze dieren nog in het echt? Hoe zouden ze dan kunnen weten hoe groot ze zijn geweest?

Introductie van het probleem
Geef elk tweetal een kopieerblad Dino's op schaal. Vertel dat deze foto is gemaakt op een tentoonstelling over dinosaurussen. Ze hadden verschillende soorten dinosaurussen heel mooi nagemaakt: enkele konden zelfs hun hoofd en staart bewegen.
Sommige dinosaurussen waren op schaal gemaakt. Vraag aan de kinderen wat dat betekent 'op schaal gemaakt.'

Voordat de kinderen aan het echte probleem gaan werken, wordt eerst nog de betekenis van de schalen besproken die op het kopieerblad Dino's te zien zijn.
Onderaan staat: SCHAAL (JONGEN) 1:1
Wat betekent dit?

Vraag nu om in tweetallen te bedenken en op te schrijven wat ze van de schaal van de moeder weten.
Bespreking: Laat een tweetal aan de groep uitleggen wat ze hebben bedacht.

Het is belangrijk dat de kinderen schaal en schaalnotatie kunnen interpreteren. Hier wordt niet gevraagd om echt met schaal te rekenen. Het doel van deze eerste opdracht is, dat ze gaan begrijpen dat schaal 1:1 betekent alles even groot is als in werkelijkheid en schaal 1:2 betekent dat het model de helft, of dat het dier in werkelijkheid twee keer zo groot is. Schaal 1:3 zou dan betekenen ...

Leg nu het volgende probleem voor.
Hoe hoog is de moeder in werkelijkheid geweest?
Laat dit in tweetallen uitzoeken. Geef het advies om goed te kijken wat er op de foto allemaal te zien is. De leerlingen laten op het grote vel papier zien hoe ze het probleem hebben aangepakt en opgelost.

Strategieën
- Op de foto is de moeder ongeveer even hoog als de man links op de foto. Die man is ongeveer 1 meter 75. Op het bord staat schaal moeder 1 : 2. De moeder is dus in werkelijkheid ongeveer twee keer zo hoog geweest, dus 3 meter 50

- Onderaan op het informatiebord zie je het geraamte van een Triceratops en van een mens. Een volwassene is ongeveer 1 meter 80 (2 meter mag ook). Het beest is ongeveer de helft hoger, dus 2 + 1 = 3 meter.

- Op het informatiebord staat dat de lengte van het dier 9 meter is, met staart. Kijk naar de tekening van het geraamte: de hoogte is ongeveer de helft van de lengte (of iets minder dan de helft), dus de moeder is 4 en een halve meter hoog (of 4 meter).

Bespreking
Tijdens de bespreking worden de verschillende aanpakken gepresenteerd en besproken. Het zal duidelijk zijn dat de antwoorden kunnen verschillen. Als de leerlingen niet met alle bovengenoemde strategieën komen, zouden ze toch besproken kunnen worden, door bijvoorbeeld te vragen: hoe zou je de gegeven lengte van 9 meter kunnen gebruiken?

In de methodes

Alles telt	Hoe ver is het in het echt? Groep 6: Leerlingenboek, blok 5, les 18, pagina 60, opdracht 2
Pluspunt	Vul de tabel in Groep 6: Werkboek, werkblad 18, opdracht 1
De wereld in getallen	Het terras bij de kantine Groep 6: Rekenwerkboek A, taak 53, pagina 127, opdracht 2
Wis en Reken	Hoe ver van Utrecht? Groep 6: Wisboek 1, blok 6, dag 9, pagina 69, opdracht 2

Werkblad 1. Hoeken meten.

Naam: ……

Als je eerder klaar bent, kan je de extra opgave achteraan maken.

Opgave 1. Leerdoelen.

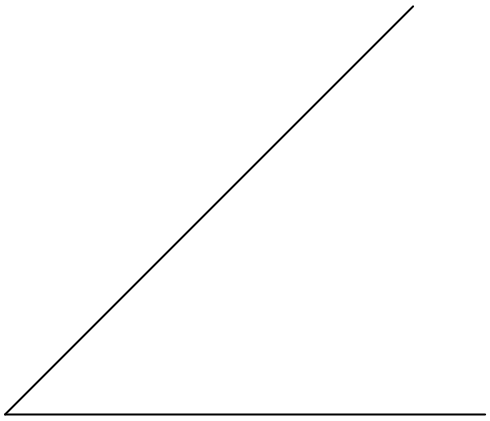
Schrijf op wat je wilt leren over hoeken.
In deze les wil ik leren

……

……

Opgave 2. Hoek meten.

Meet de onderstaande hoek op in *graden*. Het teken voor graden is º.



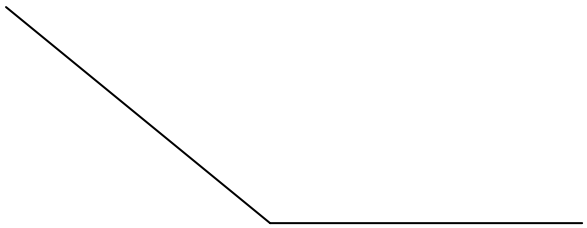
Hoeveel graden is deze hoek?

…….

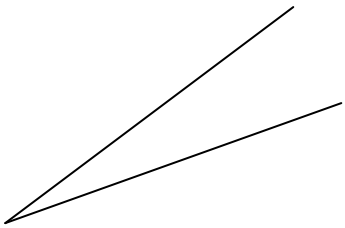
Opgave 3. Nog meer hoeken meten.

Meet van de onderstaande hoeken hoeveel graden het is en schrijf dit onder de hoeken op.

a.

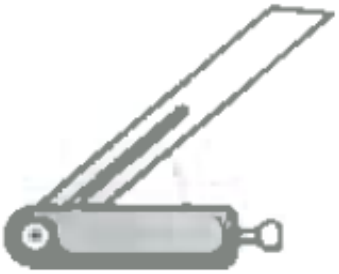


b.



Antwoord a: …… Antwoord b: ……

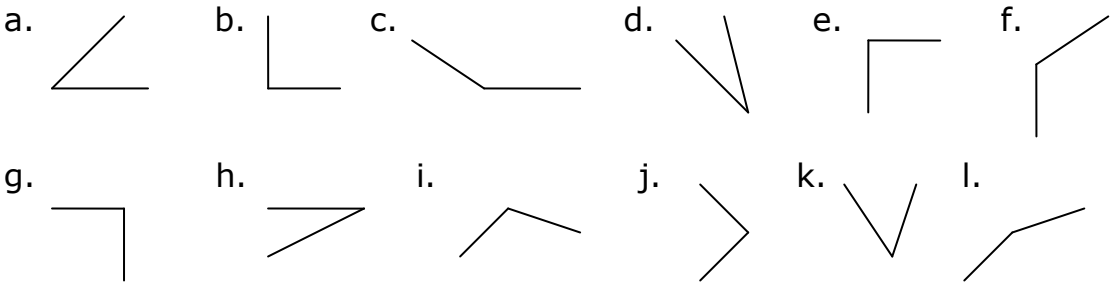
c. d.



Antwoord c: ……. Antwoord d: ……..

Opgave 4. Groepjes maken.

Verdeel de onderstaande hoeken in drie groepen. Schrijf per groep de letters van de hoeken die in de groep horen op. Bepaal zelf hoe je de hoeken verdeelt.



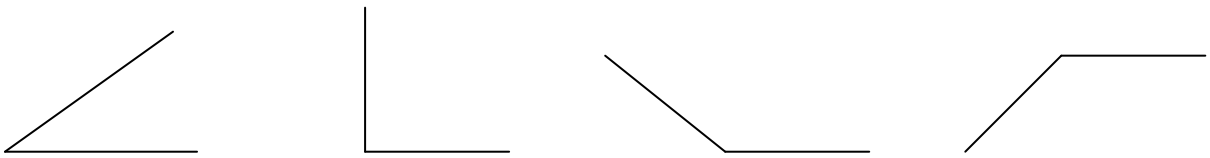
Groep 1: ……

Groep 2: ……

Groep 3: ……

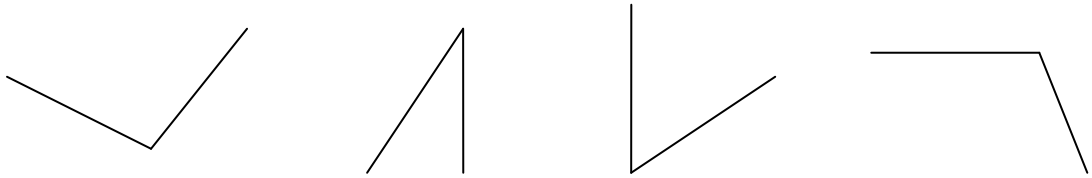
Opgave 5. Hoeken benoemen.

Schrijf onder iedere hoek hoe je de hoek kan noemen. Kies uit scherp, stomp of recht.



Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

…… …… …… ……



…… …… …….. ……

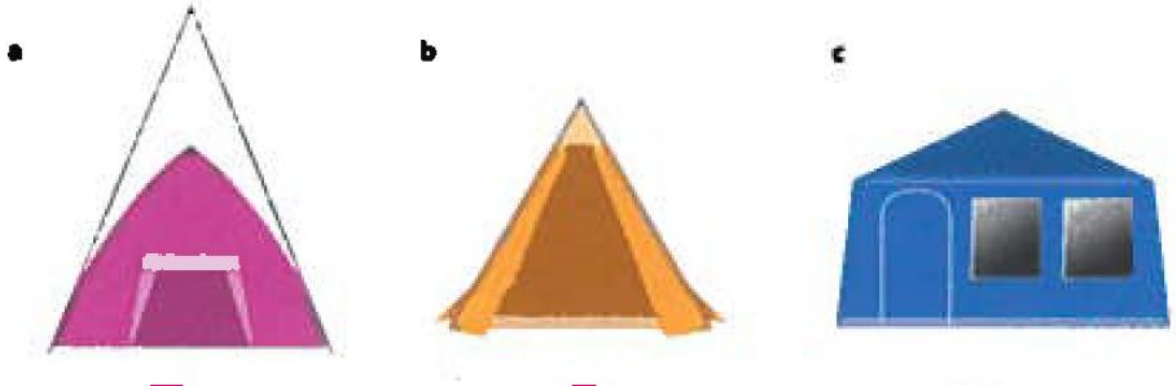
Opgave 6. Leerdoelen.
Heb je de leerdoelen behaald die je bij opgave 1 hebt opgeschreven?

Ja/Nee, want ……

……

Kijk nu je opgaven na met het antwoordenblad.

Extra opgave.
Meet de hoeken met je geodriehoek.



…… …… ……

…… …… ……

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

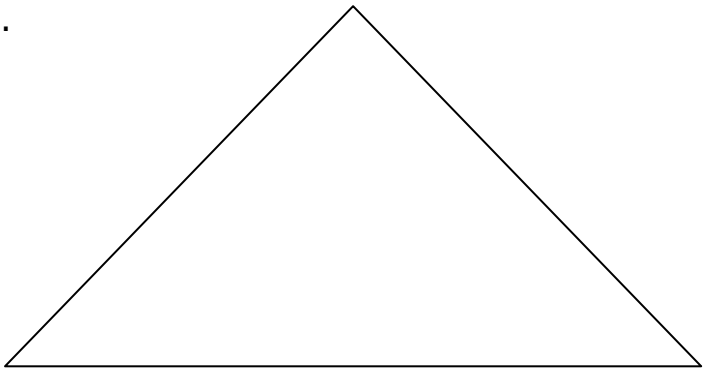
Werkblad 2. Driehoeken meten. Naam:……

Als je eerder klaar bent, kan je de extra opgave achteraan maken.

Opgave 1. Hoeken in driehoeken meten.

Meet van alle drie de driehoeken alle hoeken. Schrijf het aantal graden van elke hoek op en tel het aantal graden per driehoek op. Schrijf dit onder de driehoeken.

a.



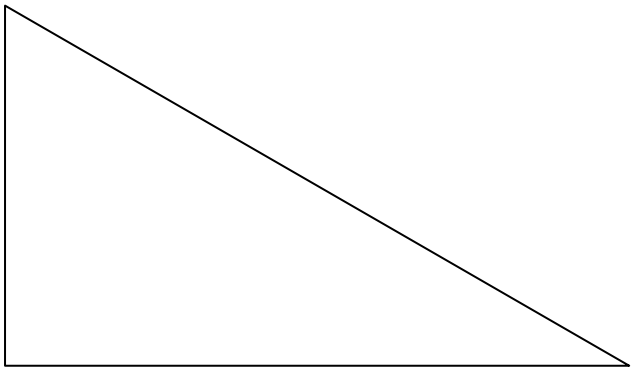
Hoek = ……

Hoek = ……

Hoek = …… +

Totaal = ……

b.



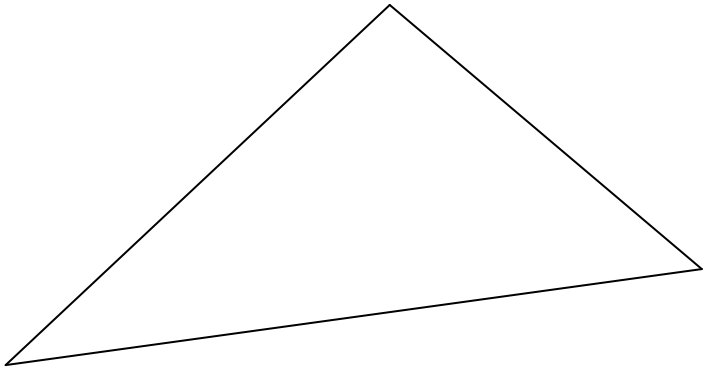
Hoek = ……

Hoek = ……

Hoek = …… +

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Totaal = ……
c.



Hoek = ……

Hoek = ……

Hoek = …… +

Totaal = ……

Wat valt je op?

……

……

Opgave 2. Een rechte lijn maken.

Je juf of meester deelt driehoeken uit en daar krijg je de opdracht bij om een rechte lijn te maken met driehoeken.
Schrijf hieronder op *wat je opvalt* bij het maken van een rechte lijn met driehoeken:

……

……

Opgave 3. Hoeken maken.

Je juf of meester deelt een schijf met touwtjes eraan uit. Jij maakt hiermee zelf hoeken en meet ze op. Schrijf de graden van de hoeken buiten de cirkel op. Maak tenminste één scherpe, één stompe en één rechte hoek. Schrijf hieronder op *wat je opvalt*:

……

……

……

Extra opgave. Driehoeken tekenen.

Teken hieronder zelf drie driehoeken. Schrijf het aantal graden van de hoeken in de hoeken van de driehoeken. Tel tenslotte per driehoek het aantal graden op en schrijf dat hieronder op.

Driehoek 1, totaal aantal graden = ……

Driehoek 2, totaal aantal graden = ……..

Driehoek 3, totaal aantal graden = ……..

Vraag aan je juf of meester of je het goed hebt gedaan.

Werkblad 3. Hoeken tekenen. Naam:……

Als je eerder klaar bent, kan je de extra opgave achteraan maken.

Opgave 1. Leerdoelen.

Wat wil je nog meer leren over hoeken?
Ik wil nog leren

……

……

Opgave 2. Hoeken maken en meten.

Je krijgt van je juf of meester strookjes papier met daarop A en B, B en C of A en C. Maak hiermee met zijn tweeën driehoeken. Meet de hoeken van de driehoeken die je maakt en noteer hieronder hoe groot ze zijn. Doe dit zo:

Voorbeeld Driehoek 1 Hoek A = 36º Hoek B = 62º Hoek C = 82º Totaal = 180º	Driehoek 1 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º	Driehoek 2 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º	Driehoek 3 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º
Driehoek 4 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º	Driehoek 5 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º	Driehoek 6 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º	Driehoek 7 Hoek A = …… º Hoek B = …… º Hoek C = …… º Totaal = ……. º

Opgave 3. Driehoeken maken.

Je krijgt van je juf of meester kaartjes met daarop hoeken in graden. Je maakt met zijn tweeën driehoeken met de hoeken. Je moet erop letten dat je ervoor zorgt dat je echte hoek overeenkomt met het aantal graden op het kaartje. Gebruik de stroken van opgave 2 om driehoeken te vormen.

Als je alle hoekkaartjes hebt gebruikt, vraag je of je juf of meester kan komen controleren of jullie het goed hebben gedaan.

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Opgave 4. Hoeken tekenen.

Teken hieronder de onderstaande hoeken.

a. Teken een hoek van 45º .

Deze hoek is scherp/recht/stomp.

b. Teken een hoek van 160º.

Deze hoek is scherp/recht/stomp.

c. Teken een hoek van 63º.

Deze hoek is scherp/recht/stomp.

d. Teken een hoek van 92º

Deze hoek is scherp/recht/stomp.

Opgave 5. Driehoeken tekenen.

Teken hieronder twee driehoeken met de gegeven graden in de hoeken.

a. Lijn AB is 6 cm.
   Hoek B is 30º.
   Hoek A is 75º.
   Teken hieronder driehoek ABC.

Hoe groot is hoek C ?: ……..

b. Lijn AB is 5 cm.
   Hoek B is 55º.
   Hoek A is 45º.
   Teken hieronder driehoek ABC.

Hoe groot is hoek C ?: ……..

Kijk nu je opgaven na met het antwoordenblad.

Opgave 6. Leerdoelen.

Heb je je leerdoelen van vraag 1 behaald?

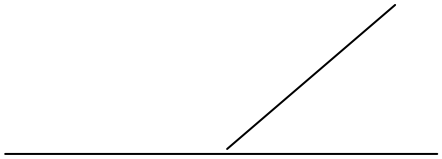
Ja/Nee, want ……

……..

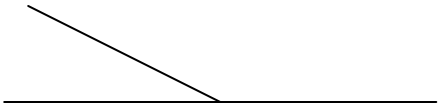
Extra opgave.

Meet de onderstaande hoeken en schrijf het aantal graden in de hoeken. Bij iedere som zijn er twee hoeken te meten.

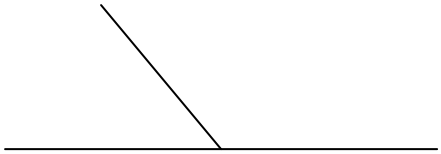
a.



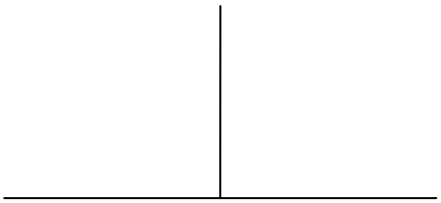
b.



c.



d.



Wat wist je ook alweer over een rechte lijn?

……..

Beide hoeken samen bij a, b, c en d zijn dus altijd:

…… o

Bij som d staat de verticale lijn recht op de horizontale lijn. Daarom noemen we de lijn bij d ook wel *loodrecht* op de rechte lijn. Wat weet je dan over de hoeken?

……

Hoeveel graden zijn de hoeken allebei bij d?

…… o

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Werkblad 4. Vierhoeken.

Naam:……

Als je eerder klaar bent, kan je de extra opgave achteraan maken.

Opgave 1. Leerdoelen.

Schrijf op wat je al weet over een vierhoek.

……

……

Wat weet je nog niet en zou je graag willen weten over een vierhoek?

……

……

Opgave 2. Vierhoeken maken.

Je hebt van je juf of meester kleine gekleurde blaadjes en een groot vel wit papier gekregen. Knip uit de gekleurde kleine blaadjes papier de volgende driehoeken:

1.) 2 precies dezelfde driehoeken.
2.) 2 driehoeken waarvan alle zijden even lang zijn.
3.) 2 verschillende driehoeken, maar met één zijde die even lang is.

Meet vervolgens van alle driehoeken de hoeken en schrijf het aantal graden in de hoeken van de driehoeken.
Maak daarna van de gekoppelde driehoeken, vierhoeken. Als je een vierhoek hebt gemaakt van twee driehoeken, plak je deze op het witte vel papier.

Opgave 3. Vierhoeken meten.

Meet de hoeken van iedere vierhoek en schrijf het aantal graden op buiten de vierhoek, naast de hoek op het witte vel.
Schrijf het aantal graden van iedere vierhoek dan hieronder nogmaals op en tel het aantal graden bij elkaar op.

Vierhoek 1	Vierhoek 2	Vierhoek 3
Hoek A = …….º	Hoek A = …….º	Hoek A = …….º
Hoek B = …….º	Hoek B = …….º	Hoek B = …….º
Hoek C = …….º	Hoek C = …….º	Hoek C = …….º
Hoek D = …….º	Hoek D = …….º	Hoek D = …….º
Totaal = ……..º	Totaal = ……..º	Totaal = ……..º

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Wat valt je op?

……

Opgave 4. Vragen.

Beantwoord de volgende vragen.

1.) Hoe denk je dat vierhoek 1 heet? Kan je ook uitleggen waarom?

……

2.) Hoe denk je dat vierhoek 2 heet?

……..

Opgave 5. Leerdoelen.

Heb je je leerdoelen van vraag 1 behaald?

Ja/Nee, want, ……

……

Wat denk je dat het doel van de les was?

……

……

Extra opgave.

Zoek een paar vierhoeken op in de klas en meet hiervan de hoeken op.
Vul dit in, in onderstaande tabel.
Kan je geen vierhoeken vinden? Teken dan zelf eerst een paar vierhoeken op een apart blad en meet hiervan de hoeken.

Vierhoek 1	Vierhoek 2	Vierhoek 3	Vierhoek 4
Hoek A = …….º	Hoek A = …….º	Hoek A = …….º	Hoek A = …….º
Hoek B = …….º	Hoek B = …….º	Hoek B = …….º	Hoek B = …….º
Hoek C = …….º	Hoek C = …….º	Hoek C = …….º	Hoek C = …….º
Hoek D = ……º	Hoek D = ……º	Hoek D = ……º	Hoek D = ……º
Totaal = ……..º	Totaal = ……..º	Totaal = ……..º	Totaal = ……..º

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Werkblad 5. Vierhoeken tekenen.

Naam:……

Als je eerder klaar bent, kan je de extra opgave achteraan maken.

Opgave 1. Vierhoeken maken.

Je krijgt van je juf of meester verschillende stroken papier met daarop A en B, B en C, C en D of A en D. Maak met zijn tweeën verschillende vierhoeken van de stroken papier en meet de hoeken op. Maak hierbij tenminste één parallel en één ruit. Noteer hieronder de hoeken.

Vierhoek 1 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 2 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 3 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 4 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º
Vierhoek 5 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 6 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 7 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º	Vierhoek 8 Hoek A = …….º Hoek B = …….º Hoek C = …….º Hoek D = …….º Totaal = ……..º

Opgave 2. Vierhoeken tekenen.

Teken hieronder twee vierhoeken met de gegeven graden in de hoeken.

a. Lijn AB is 5 cm.
   Hoek A is 55º
   Hoek B is 125º
   Lengte BC en AD is 4 cm.

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Hoe groot is hoek C?: …… º

En hoek D?: …… º

Hoe heet deze vierhoek?: ……..

b. Lijn AB is 5 cm.
Hoek A is 45º
Hoek B is 165º
Hoek C is 60º
Hoek D is 90º

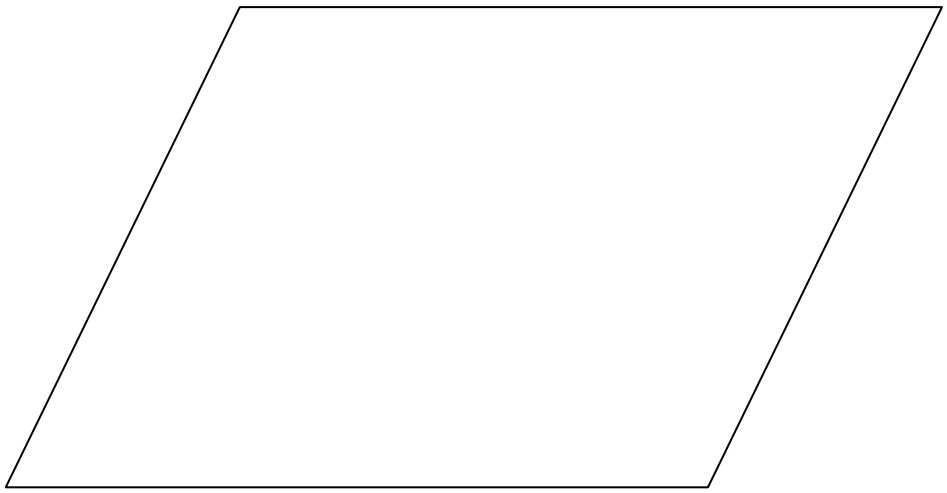
Hoelang is BC?: …….

Hoelang is CD?: …….

Hoelang is AC?: ……

Opgave 3. Alles in één som.
Los de volgende opgave op.

Hanna heeft een scheve kamer. Hieronder zie je een plattegrond van haar kamer.



Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Hoe wordt de vorm van Hanna haar kamer genoemd?

……..

Hanna wil een nieuwe vloer in haar kamer leggen. Maar ze kan alleen rechte stukken tapijt bestellen. Daarom deelt ze haar kamer op in één vierhoek en twee gelijke driehoeken, zodat ze een recht stuk tapijt door het midden kan snijden.

Hoe groot zijn de hoeken van één van de twee driehoeken? Zet erachter of het een scherpe, rechte of stompe hoek is.

…… recht/scherp/stomp

…….. recht/scherp/stomp

…….. recht/scherp/stomp

Hoeveel graden is het totaal aantal graden van één driehoek?

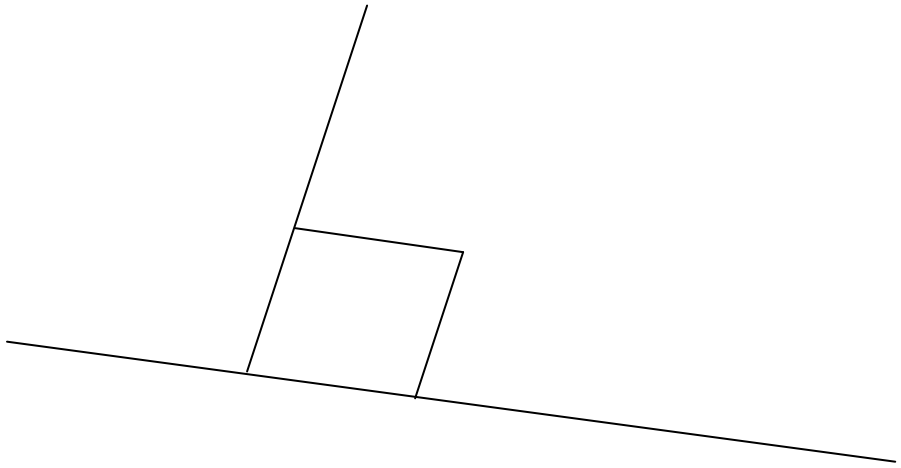
……

In het midden van haar kamer wil Hanna een driehoek van tapijt maken op de grond. Teken de driehoek.

Hoek A is 60º
Hoek B is 74º
Hoek C is ……º
Lengte AB is 4 cm.

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Niet alleen de vorm is scheef van de vloer. De vloer loop ook schuin af. Wanneer Hanna daarom een stoel neerzet, staat deze scheef. Hieronder zie je hoe dat eruit ziet.



De ruimte tussen de poten en de vloer vormt ook een vorm met vier gelijke zijden. Hoe noem je deze figuur?

……

Hanna ontdekt dat als zij de voorpoten wat langer maakt, dat de stoel dan recht kan staan.

Hoeveel millimeter moet Hanna dan de voorpoten langer maken op de tekening?

……

Hoe groot worden dan de hoeken van de nieuwe vierhoek die ontstaat in de ruimte tussen de poten en de vloer?

……

……..

……..

……..

Hoeveel graden is het totaal aantal graden van de vierhoek?

…….

Kijk nu je opgaven na met het antwoordenblad.

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Extra opgave.

Je kan hoeken en graden voor nog meer dingen gebruiken dan voor alleen driehoeken en vierhoeken. Zoals tijd en koers.

Hoe zou je graden en hoeken kunnen gebruiken bij een klok?

……

……..

En met koers bepalen op zee?

……

……

Zijn er nog meer dingen waar je graden en hoeken voor kan gebruiken? Zo ja, wat dan?

……

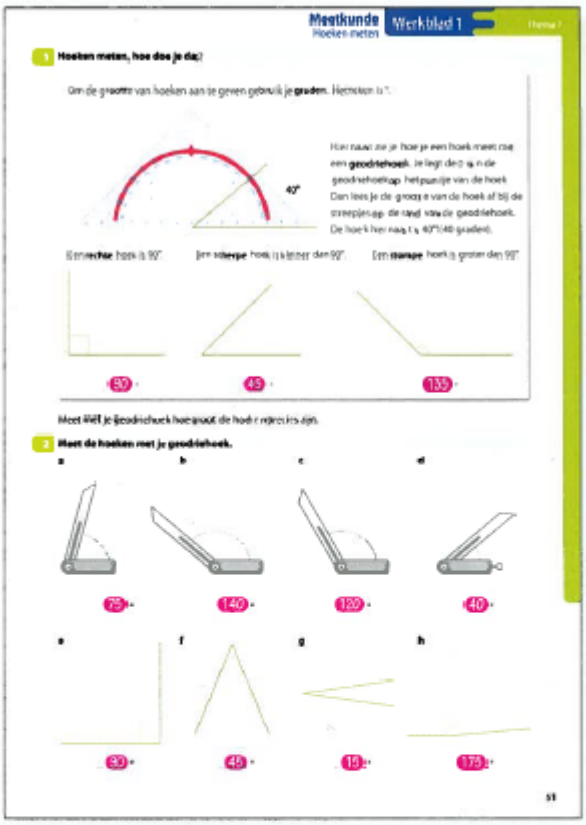
……

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Bijlage 3: Reguliere rekenlessen

Werkblad 1

Thema 7



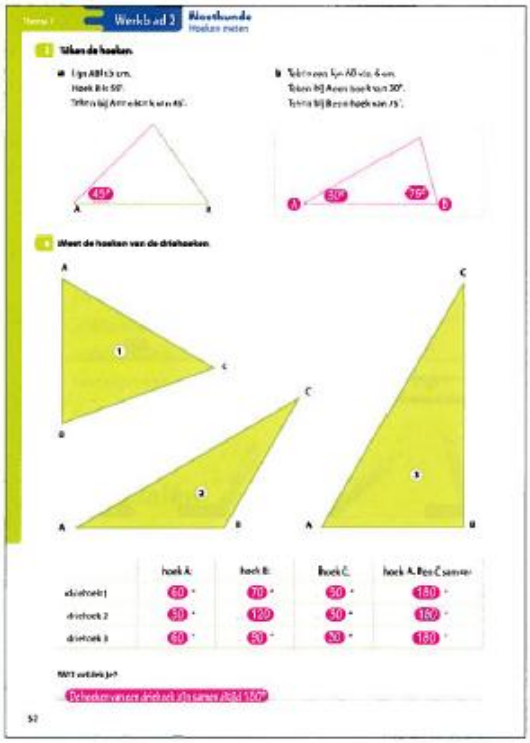
Hoeken meten

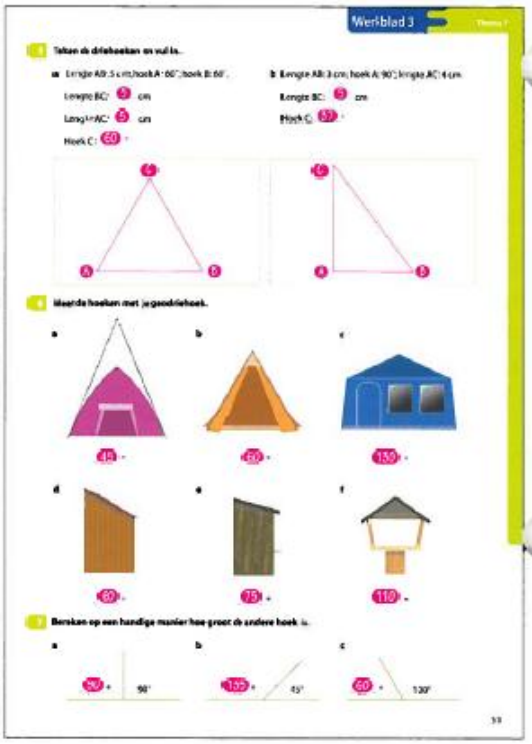
1 De kinderen oefenen het meten van hoeken met een geodriehoek. Op het werkblad staat beschreven hoe je hoeken moet opmeten. De kinderen maken hierbij kennis met de termen 'scherpe hoek', 'rechte hoek' en 'stompe hoek'. Begrijpen de kinderen dat de grootte van de hoeken in graden (°) wordt genoteerd?

2 De kinderen oefenen het meten van verschillende hoeken met de geodriehoek.

Thema 7

Werkblad 2 en 3





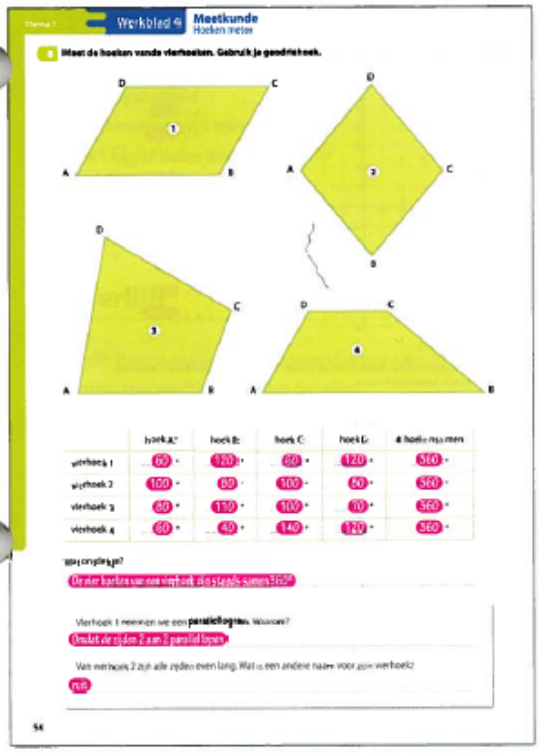
3 De kinderen oefenen het tekenen van hoeken. Ze maken gebruik van een geodriehoek. Bij opdracht a tekenen ze één hoek waardoor een driehoek ontstaat. Bij opdracht b tekenen ze een complete driehoek: eerst een lijn AB, daarna bij A een hoek van 30º en bij B een hoek van 75º.

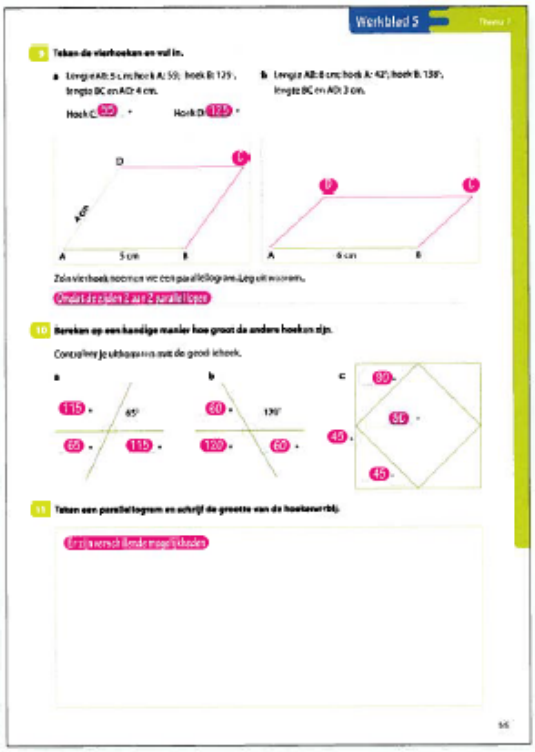
4 De kinderen meten de hoeken van de driehoeken. De bedoeling is dat ze ontdekken dat de drie hoeken van een driehoek samen 180º zijn.

5 De kinderen tekenen de gevraagde driehoeken.

6 De kinderen oefenen het meten van hoeken met de geodriehoek. De hoeken die gemeten moeten worden: a 45º; b: 60º; c 130º; d 60º; e 75º; f 110º. Een kleine meetfout is hier gauw gemaakt.

7 De kinderen berekenen steeds de grootte van de niet-gegeven hoek. Maken ze hierbij gebruik van hun geodriehoek? Of zien ze dat de twee hoeken samen 180º zijn?





8 De kinderen oefenen het meten van hoeken van een vierhoek met een geodriehoek. Ontdekken de kinderen zelf dat de hoeken samen 360° zijn? Vierhoek 1 is een parallellogram. Waarom wordt deze figuur een parallellogram genoemd? Daarvoor moeten de kinderen wel de betekenis van 'parallel' weten: evenwijdig. Vierhoek 2 is een ruit. Een ruit is eigenlijk een bijzonder parallellogram: de zijden zijn allemaal even lang. Stel dat alle hoeken van een vierhoek 90° zijn, wat krijg je dan?

9 De kinderen oefenen het tekenen van vierhoeken. Ze gebruiken een geodriehoek om de hoeken te tekenen. Zien ze dat de hoek van 125° een stompe hoek is?

10 De kinderen berekenen op een handige manier hoe groot de andere hoeken zijn. De hoeken zijn samen 360°. Twee hoeken samen zijn 180°. De tegenoverliggende hoeken zijn gelijk.

11 De kinderen tekenen zelf een parallellogram. Daarna berekenen ze de hoeken daarvan.

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Toets. Hoeken.

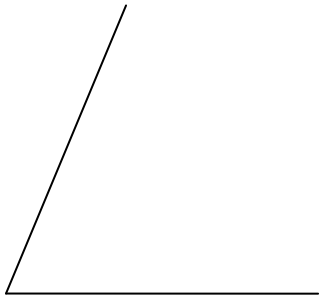
Opgave 1. Soorten hoeken.

Welke soorten hoeken bestaan er?

Antwoord: ……

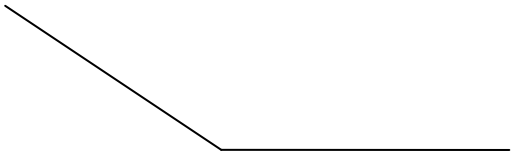
Opgave 2. Hoeken meten.

Meet de hoeken en geef aan hoeveel graden ze zijn. Geef ook aan wat voor een soort hoek het is.



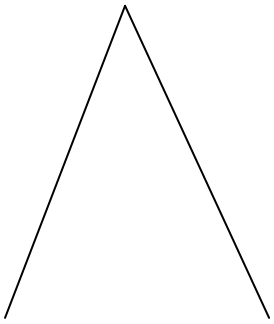
Aantal graden:…….

Soort hoek:…….



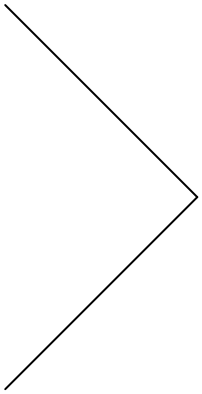
Aantal graden:…….

Soort hoek:…….



Aantal graden:…….

Soort hoek:…….



Aantal graden:…….

Soort hoek:…….

Opgave 3. Rechte lijn.

Hoeveel graden is een rechte lijn?

Antwoord: ……

Opgave 4. Driehoeken.

Pietje wil een driehoek tekenen met hoek A = 80 graden, hoek B = 50 graden en hoek C = 60 graden.
Kan Pietje deze driehoek tekenen? Waarom wel/niet?

Ja/Nee, omdat …….

……

Opgave 5. Hoeken tekenen.

Teken hieronder de volgende hoeken.

a. Een hoek van 50º

b. Een hoek van 140º

Opgave 6. Driehoek tekenen.

Van driehoek ABC is hoek A 80º. Hoek B is 40º. En lijn AB is 6 cm.
Hoeveel graden is hoek C?

……..

Teken hieronder driehoek ABC.

Hoelang is AC?

…….

Opgave 7. Namen van vierhoeken.

Hoe noem je een vierhoek waarvan alle zijden even lang zijn?

……..

Anne-Ciska Cuiper (3512339) – Anna Grootenboer (3347400) – Marijke Veugen (3499995)

Opgave 8. Vierhoek tekenen.
Van vierhoek ABCD is hoek A 70º. Hoek B is 60º. Hoek C is 130º. Lijn AB is 8 cm. Lijn BC is 4 cm.
Hoeveel graden is hoek D?

……..

Teken hieronder vierhoek ABCD.

Hoelang is lijn AD?

……..

En lijn CD?

……..

Opgave 9. Parallellogram tekenen.
Teken hieronder een parallellogram en schrijf de graden van de hoeken in de hoeken van de parallellogram.

Bijlage 5: Taxonomie van de toetsvragen (Krathwohl, 2002)

Cognitief proces	***Remember***	***Understand***	***Apply***	***Analyze***	***Evaluate***	***Create***
Puntentelling	***1***	**2**	***3***	**4**	**5**	**6**
A. ***Factual Knowledge***	3. Hoeveel graden is een rechte lijn?	6. Van driehoek ABC is hoek A 80º. Hoek B is 40º. En lijn AB is 6 cm. Hoeveel graden is hoek C? 8. Van vierhoek ABCD is hoek A 70º. Hoek B is 60º. Hoek C is 130º. Lijn AB is 8 cm. Lijn BC is 4 cm. Hoeveel graden is hoek D?			4. Pietje wil een driehoek tekenen met hoek A = 80 graden, hoek B = 50 graden en hoek C = 60 graden. Kan Pietje deze driehoek tekenen? Waarom wel/niet?	
B. ***Conceptual Knowledge***	7. Hoe noem je een vierhoek waarvan alle zijden even lang zijn?	1. Welke soorten hoeken bestaan er?		2. Geef ook aan wat voor een soort hoek het is.		9. Tek hieron paralle
C. ***Procedural Knowledge***			(2. Meet de hoeken.)	2. Meet de hoeken en geef aan hoeveel graden ze zijn. 6. Hoelang is AC? 8. Hoelang is lijn AD? En lijn CD? 9. schrijf de graden van de hoeken in de hoeken van de parallellogram.		6. Tek hieron drieho ABC. 8. Tek hieron vierho ABCD 5. Tek hieron volger hoeke
D. ***Metacognitive Knowledge***						

Bijlage 6: Vragenlijst

	Sterk oneens	Oneens	Neutraal	Mee eens	Sterk mee eens
1. Ik weet zeker dat ik de opdrachten uitstekend kan maken.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
2. Wanneer een rekentaak moeilijk is, stop ik er liever mee of doe ik alleen de makkelijke stukken.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
3. Ik probeer altijd de leerkracht te begrijpen, ook al lijkt het alsof het onzin is wat hij of zij zegt.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
4. Ik vind het belangrijk om deze rekentaak te leren.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
5. Ik verwacht de rekenopdrachten goed te kunnen maken tijdens de les.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
6. Ik vind dat wat we leren tijdens rekenen interessant.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
7. Ik werk hard voor goede cijfers bij rekenen, zelfs als ik het onderwerp niet leuk vindt.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
8. Ik vind het moeilijk om te beslissen wat het belangrijkste is om te leren.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
9. Het begrijpen van de rekenopdracht vind ik belangrijk	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
10. Zelfs wanneer ik een rekentaak saai en oninteressant vind ga ik door met mijn werk tot ik klaar ben.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
11. Wanneer ik reken, probeer ik de rekenstof die ik al ken te gebruiken bij het begrijpen van de nieuwe stof.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)
12. Ik weet zeker dat ik de rekenstof zal leren.	☹☹ (1)	☹ (2)	☹☺ (3)	☺ (4)	☺☺ (5)