

Stampen of Denken?

*De invloed van onderzoekend leren met educatieve software
op het leerrendement bij rekenen.*

augustus 2013

Hemmo Brink - 080788

Jaap Vlasblom

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inleiding.....	5
Van mainframe tot tablet.....	5
Educatieve software.....	5
Behaviorisme vs. onderzoekend leren	6
Het onderzoek	6
Één Behaviorisme en Onderzoekend leren	8
Behaviorisme	8
Onderzoeken	10
Twee Software	15
Uit behavioristische hoek: AmbraSoft	15
Uit de hoek van het Onderzoekend Leren	18
Vergelijking.....	20
Drie Het praktijkonderzoek	29
Vormgeving van het onderzoek.....	29
Enquête	30
Resultaten op korte en lange termijn	31
Vier Analyse	38
Opdracht 1.....	38
Opdracht 2.....	39
Opdracht 3.....	40
Samenvattende analyse	41
Algemene punten	42
Samenvatting en conclusie.....	43
Bronnen.....	47
Bijlage 1 - De vier onderwijstypen van Van Graft en Kemmers	50
Bijlage 2 - De tools van AmbraSoft en RekenWeb.....	53
Bijlage 3 - De tests	58
Bijlage 4 - Enquête	65
Bijlage 5 - Resultaten enquête	67
Bijlage 6 - Resultaten tests	69

Voorwoord

Na een lang traject van nadenken, onderzoeken en uitvoeren is het met grote voldoening dat ik het afstudeeronderzoek af kan ronden en aan u kan presenteren. De ontwikkeling van deze scriptie kende enkele moeilijke momenten, maar ook momenten waar ik met veel plezier op terugkijk. Met name aan het daadwerkelijk uitvoeren van de tests heb ik goede herinneringen.

Ik bedank mijn begeleider Jaap voor de verhelderende en helpende gesprekken, meester David Stranders voor het meedenken en voor het beschikbaar stellen van zijn kostbare lestijd, Willine Sonnenberg voor de waardevolle feedback en tenslotte Rianne voor haar hulp en steun.

Van mainframe tot tablet

De geschiedenis van de computer begint met de geschiedenis van het rekenen. Al heel lang geleden gebruikten mensen allerlei hulpmiddelen om lastige berekeningen uit te voeren, zoals een telraam. In de breedste zin van het woord is een computer dan ook gewoon een hulpmiddel voor ingewikkelde berekeningen. Aan het eind van de negentiende eeuw ontwikkelde Charles Babbage een apparaat dat vaak wordt beschouwd als de eerste computer: een mechanische machine die met ponskaarten wiskundige bewerkingen uitvoerde. In de daarop volgende eeuw, en met name tijdens de Tweede Wereldoorlog, begonnen de ontwikkelingen steeds sneller te gaan. De computers konden steeds meer, terwijl ze ook steeds kleiner gemaakt konden worden door de ontwikkeling van halfgeleiders. In de jaren '75 tot '85 werden de eerste homecomputers gemaakt, die klein en goedkoop genoeg waren om door de 'gewone' consument te kunnen worden aangeschaft, zoals de Apple I en II, de TRS-80 en de Commodore PET, VIC-20 en de bekende Commodore 64.

Zo deed de computer eindelijk zijn intrede in de gewone huiskamer. Sindsdien heeft de computer ook het kind bereikt. Toen de Personal Computer van IBM en de IBM PC-compatible computers langzaam wat meer gemeengoed werden bij consumenten, werd de markt voor software ook steeds groter. Er werden rekenprogramma's en tekstverwerkers ontwikkeld voor de serieuze zaken, maar ook al gauw spelletjes voor de nodige ontspanning. Er waren ook al snel bedrijven die de educatieve mogelijkheden van dit nieuwe platform herkenden. Belangrijke spelers in de begintijd van de educatieve softwareontwikkeling zijn Brøderbund, The Learning Company (TLC) en MECC.

De laatste jaren is er weer een nieuwe stap in de technische ontwikkeling genomen. Smartphones en tablets worden steeds populairder en ook kinderen krijgen er steeds vaker (en jonger) een. Ook in de bediening wordt een volgende stap gemaakt, van het toetsenbord en de muis naar aanraakbare schermen. En ook dat brengt de software weer een stap dicht bij de mens, en bij het kind.

Educatieve software

Zowel op school als thuis neemt de computer in al zijn vormen dus een steeds grotere plaats in. Bedrijven begonnen dan ook al snel de educatieve mogelijkheden van software te ontdekken. Veel educatieve software is specifiek gericht op kinderen. In meer of mindere mate hebben de ontwikkelaars dus rekening gehouden met deze doelgroep. De educatieve software is bij veel bedrijven ontwikkeld in samenwerking met mensen uit het onderwijsveld. Op die manier worden de pedagogische ontwikkelingen in de onderwijswereld ook zichtbaar in de software.

Het radicale **behaviourisme** van B.F. Skinner, met zijn operante conditionering was in de jaren '60 een belangrijke stroming binnen de wetenschappelijke psychologie. Het behaviorisme besteedt geen grote aandacht aan allerlei innerlijke processen. Wat er in die 'black box' gebeurt is lastig in kaart te brengen. En het is ook niet zo belangrijk: als het maar het gewenste resultaat gaf: het leren van bepaalde stof. Ook binnen educatieve software is de invloed van Skinner te vinden. Een goed voorbeeld hiervan is het spel 'Math Blaster!' (1981), waarin je sommen maakt om verder te kunnen in een shooter.

In de jaren '70 werd de cognitieve psychologie steeds belangrijker. Met deze 'cognitieve revolutie' groeide de waardering voor het zelfontdekkend leren. In aansluiting daarop ontstond het constructivisme, waarin de nadruk nog veel meer ligt op het zelf sturen en vormgeven van het leren.

De leraar bepaalt niet meer de inhoud en de leerlingen hoeven niet meer met de leraar mee te denken, ze nemen zelf initiatieven, en de leerkracht stelt zich op als coach (De Vaan en Marell 1999, 46-48). Uit het werk van bijvoorbeeld Piaget, Bruner (The act of discovery 1961), Vygotsky (Thought and Language 1962), Freire (Pedagogy of the Oppressed 1984) en Dewey (How we think 1997) groeit een pedagogische methode die we **onderzoekend leren** noemen.

Behaviorisme vs. onderzoekend leren

In het onderwijs wordt deze 'nieuwe' methode lang niet altijd toegepast. Het vergt namelijk een heel andere instelling van de leerkracht. Niet elke les leent zich er ook voor. En dat zie je ook op softwaregebied: beide manieren van werken co-existeren nog altijd vreedzaam. De grens tussen de verschillende genres is daarnaast in de praktijk lang niet altijd scherp te stellen. Elke les en elk programma kiest een eigen balans tussen de twee uitersten.

Toch spreekt het mij persoonlijk wel aan om in te spelen op de nieuwsgierigheid en het initiatief van de leerlingen zelf, zoals het onderzoekend leren betoogt. Deze manier van werken gaat sterk uit van de natuurlijke nieuwsgierigheid van kinderen. Als leerkracht moet je niet alle antwoorden direct willen geven, maar de kinderen zelf het hoe en waarom laten ontdekken. Samenwerken, uitproberen en ervaren zijn belangrijke aspecten. Doordat ze op deze manier zichzelf motiveren voor het leren, blijft het geleerde beter hangen dan wanneer iets kant en klaar wordt aangereikt. In het eerste hoofdstuk zal ik verder uitwerken wat 'behaviorisme' en 'onderzoekend leren' precies inhouden en waar de verschillen liggen. Ik probeer hierbij om de beide uitersten zo expliciet mogelijk neer te zetten. In de praktijk zijn de verschillen, zoals ik hierboven al aangaf, lang niet zo zwart-wit. In veel onderwijsmateriaal lopen elementen uit beide genres door elkaar. Er liggen echter wel twee heel verschillende filosofieën aan ten grondslag met betrekking tot het aansturen van het leerproces. Om het onderzoek zo duidelijk mogelijk te maken zoek ik steeds naar de uitersten in deze genres. Ik realiseer me dat de waarheid vaak in het midden ligt, een zeer Nederlands principe. Veel educatieve *software* die op scholen wordt ingezet is behoorlijk behavioristisch van insteek. Het beeld bestaat blijkbaar dat software alleen geschikt is om kinderen op een redelijk domme manier feiten bij te brengen, al dan niet aangekleed, 'gesuikerd', met een spelletje er omheen. Is het waar dat alleen de behavioristische manier van werken geschikt is voor educatieve software, of is het ook mogelijk om gebruik te maken van een andere onderwijsfilosofie? Met andere woorden: is er nog winst te behalen door het onderzoekende in kinderen ook achter de computer te stimuleren?

Het onderzoek

In de komende hoofdstukken wil ik onderzoek doen naar de volgende vraag:

Is er een verschil in leerrendement bij educatieve software voor rekenen wanneer gewerkt wordt vanuit een behavioristische aanpak of juist op een onderzoekende manier, en hoe zijn eventuele verschillen te verklaren?

Dit onderzoek wordt een verklarend onderzoek. Ik probeer een samenhang te vinden in het (korte- en langetermijn) leerrendement en de manier van aanbieden: behavioristisch of juist gericht op het onderzoekende. Het is een combinatie van kwantitatief en kwalitatief onderzoeken. De groep proefpersonen bestaat uit 21 kinderen.

Ik kies in **hoofdstuk 2** van mijn theoretisch onderzoek twee computerprogramma's: een uitgesproken behavioristisch programma en een programma met een onderzoekende insteek. Ik kies programma's

op het gebied van rekenen. De resultaten van verschillende leerlingen zijn bij dat vak namelijk goed te vergelijken. Deze keuze baseer ik op een voorafgaand literatuuronderzoek over beide stromingen in **hoofdstuk 1**, waarin ik uitzoek wat een toepassing behavioristisch maakt of juist doet passen in onderzoekend leren. Verder moeten beide programma's hetzelfde rekenkundige doel beogen, zodat het resultaat eenduidig te vergelijken is.

In **hoofdstuk 3** beschrijf ik de ontwikkeling van het praktijkonderzoek, en wat mijn verwachting van de uitkomst is. Ik onderzoek eerst waar de kinderen vooraf staan met behulp van een voor-test die ik ontwikkel, laat ik vervolgens met elk programma een groep kinderen een bepaalde tijd werken, en meet direct daarna met een vergelijkbare test wat ze hebben geleerd, en ik meet ook wat ze ervan vonden. Drie weken later geef ik ze een derde vergelijkbare test. Op deze manier peil ik het leerrendement op korte en lange termijn. Ik vergelijk in **hoofdstuk 4** de uitkomsten bij de verschillende programma's, om tenslotte conclusies te kunnen trekken over het korte- en langetermijn leerrendement van de beide methodes.

Behaviorisme

Voorgeschiedenis

Er zijn allerlei theorieën over de manieren die er zijn om te leren, en in welke situaties en bij wat voor mensen die manieren werken. Een denkwijze die in het begin van de twintigste eeuw in zijn eerste vorm kwam opzetten, maar die ook op dit moment nog in vele vormen terugkomt is het behaviorisme. Maar om het ontstaan hiervan te kunnen duiden gaan we eerst nog een stukje verder terug, naar de experimentele psychologie. Een van de grondleggers van deze experimentele psychologie is Wilhelm Wundt (1832). Hij was als een van de eersten er van overtuigd dat psychologische fenomenen konden worden onderzocht met behulp van meetbare prikkels, en dat de menselijke reacties daarop onderzocht konden worden. Dat waren experimentele methoden. Voor die tijd was de psychologie hoofdzakelijk een theoretisch-filosofisch vak, waarin allerlei ideeën werden geponeerd zonder enige systematische toetsing (Kim 2006). Wundt meende dat onze menselijke ervaringen zijn te herleiden tot een aantal meer elementaire processen. De manier om hier onderzoek naar te doen was introspectie (Wundt 1874). Hij dacht na over wat hij dacht, en schreef hierover.

Het ontstaan van het behaviorisme

In 1913 publiceert John Watson een artikel in de 'Psychological Review' (Watson 1913), waarin hij zicht afzet tegen deze psychologie. In plaats van de studie van het bewustzijn en het mentale leven kwamen juist de studie van het gedrag, en experimenteel onderzoek met observeerbaarheid en objectiviteit. Wat er van binnen gebeurde was allemaal maar koffiedik kijken, dat was een 'black box'. Wat je echter wel kon meten was wat er vooraf ging aan het proces, en wat er dan veranderde. De behavioristen richtten zich niet alleen op mensen, maar ook op soortgelijke processen bij dieren. Dit *klassieke behaviorisme* wordt ook wel S-R-behaviorisme genoemd. Wat er 'in' gaat is de S: de stimulus. Wat er 'uit' komt is de R: de respons (Graham 2010).

Klassieke conditionering

Iemand die hier onbedoeld ook een grote rol in heeft gespeeld is Ivan Pavlov (1849). Hij deed eigenlijk onderzoek naar de spijsvertering (waar hij dan ook in 1904 de Nobelprijs voor de fysiologie voor heeft gekregen). Als onderdeel van dit onderzoek wilde hij de speekselproductie van honden bij de toediening van verschillende soorten voedsel meten. Hij merkte echter dat de honden al speeksel gingen produceren nog voor hij het voedsel had gegeven. Zelfs als hij slechts deed alsof hij ze ging voeren, gingen ze kwijlen. Pavlov onderzocht dit verschijnsel verder, door voor het voeren onder andere een bel te laten rinkelen. Na een aantal keren bleken de honden inderdaad bij het rinkelen van een bel al speeksel af te scheiden. Dit heet nu 'de geconditioneerde reflex' (de Pavlovreactie), en het door Pavlov ontdekte verschijnsel heet klassieke conditionering: als een prikkel A (de bel) een aantal keer voorafgaat aan prikkel B (het voeren), dat een bepaald gedrag (speekselproductie) oplevert, dan zal op den duur prikkel A zelf ook al dat gedrag opleveren, zonder dat prikkel B er al is, of überhaupt nog komt (Pavlov 1927).

In het klassieke behaviorisme denken sommige psychologen dat dergelijke klassieke conditionering de basis vormt van alle menselijke en dierlijke leerprocessen. Met deze gedachte stonden zij midden in de geest van de tijd. Ze beschouwden de wereld namelijk op die manier als een samenhang van mechanische processen, onder invloed van het Darwinisme en het wetenschappelijk materialisme

van die tijd. Toch gaat deze manier van denken ook voorbij aan principes die bij het Darwinisme horen. De behavioristen richten zich van oorsprong op een paar gedomesticeerde dieren, zoals ratten, duiven of, zoals Pavlov, honden. Deze dieren gebruikte men als 'model' voor de mens. Een rat wordt dan bijvoorbeeld als een 'hogere' levensvorm dan de duif beschouwd, en de mens als 'hoogste' levensvorm, met meer 'opslagcapaciteit' dan een duif of rat. Het leerproces bij verschillende dieren wordt vervolgens doorgetrokken naar mensen. Daarmee negeert het behaviorisme de variatie tussen soorten, maar ook tussen mensen. Hiermee is het behaviorisme pre-darwinistisch te noemen (Graham 2010).

Tweede generatie behaviorisme

De klassieke behavioristen hadden dan ook het probleem dat stimuli en responsen vaak niet zo samenhangen als ze verwachtten. Het gedrag varieerde veel te veel. In het begin van de twintigste eeuw ontstaat er een nieuwe generatie behavioristen, op zoek naar antwoorden op de knelpunten. Binnen dit *neobehaviorisme* zijn verschillende stromingen. Gemeenschappelijk is echter dat ze probeerden de leerprocessen te ontrafelen. Alles moest waargenomen en vastgesteld kunnen worden, aannames werden niet gedaan, onder invloed van het Logisch positivisme van die dagen (Moore 2005). Het klassieke S-R-behaviorisme werd S-O-R-behaviorisme: Stimulus - Organisme - Respons. Het organisme beïnvloedt de reactie op de stimulus. Men probeerde dit op een heel mathematische manier in kaart te brengen, om het vervolgens te beïnvloeden (Graham 2010). In de jaren '40 en '50 werd het neobehaviorisme de belangrijkste stroming binnen de wetenschappelijke psychologie (Singh 2013).

B.F. Skinner's operante conditionering

In dezelfde tijd ontstond een parallelle stroming, met als drijvende kracht B.F. Skinner. In zijn invloedrijke artikel 'The Operational Analysis of Psychological Terms' (1945) nam Skinner afstand van de wetenschapstheorie van het methodologisch behaviorisme. Het is volgens Skinner legitiem in wetenschappelijke verklaringen van gedrag een beroep te doen op inwendige psychische processen, zelfs wanneer die door niet meer dan één persoon kunnen worden waargenomen (zoals dat bijvoorbeeld bij een psychisch proces als *denken* het geval is). Het is echter van belang dat deze waarnemingen onder invloed van de juiste omstandigheden worden uitgevoerd. Volgens Skinner dienen inwendige psychische processen beschouwd te worden als functioneel gedrag dat aan dezelfde wetmatigheden gehoorzaamt als uitwendig gedrag. Hoewel het een rol speelt in een verklaringssketen, is 'inwendig gedrag' (denken, herinneren, voelen) volgens Skinner echter nooit de uiteindelijke oorzaak van ander inwendig of uitwendig gedrag. Gedrag kan immers nooit de uiteindelijke oorzaak zijn van gedrag. Alle gedrag is volgens Skinner uiteindelijk het product van de interactie tussen de geschiedenis van een organisme (waaronder behalve de individuele leergeschiedenis ook de evolutionaire geschiedenis valt) en de omstandigheden of situatie waarin het zich bevindt: de context. Vandaar dat het behaviorisme van Skinner ook wel *contextueel behaviorisme* wordt genoemd (Wikipedia - B.F. Skinner 2012). Gedrag zonder context is betekenisloos, dus het gedrag wordt ook bepaald door de context. Verschillende gedragingen in verschillende contexten kunnen toch dezelfde functie hebben. Hetzelfde gedrag in een andere context kan een heel ander doel dienen. Wat de functie van het gedrag is moet je daarom eerst analyseren: de *functie-analyse*. Daarbij wordt gekeken naar de voorafgaande gebeurtenissen (antecedent), het gedrag zelf en wat er daarna volgt (de consequentie). De antecedenten en consequenties vormen samen de context. Als je vervolgens dingen in deze context van een bepaalde gedraging gaat identificeren en veranderen, kun je het gedrag beïnvloeden. Het 'organisme' legt namelijk een verband tussen een stimulus en een respons op grond van de consequenties die de

respons heeft. Zijn de gevolgen van bepaald gedrag in een bepaalde situatie positief (zoals een beloning), dan zal hij het vaker vertonen in vergelijkbare situaties. Zijn de gevolgen negatief (zoals een straf), dan zal het gedrag zich juist minder vaak voordoen. Schematisch gezien is dit S-R-C-behaviorisme (zonder -O-). Skinner noemde dit door consequenties 'aangeleerde' gedrag *operant* gedrag (Skinner 1945). De *Operante Conditionering* was geboren.

Tabula Rasa

Wat kennis en moraal besef betreft, zijn jonge kinderen volgens het behaviorisme een *tabula rasa*, een onbeschreven blad. Zo hebben kinderen volgens Skinner geen kennis, maar ook geen moraal besef. Zowel moraal besef als kennis worden door het aanbieden van leerstof, en vervolgens met behulp van straffen en belonen opgebouwd. Als er geen bepaalde vorm van straffen en/of belonen plaatsvindt, gebeurt er volgens behavioristen dus niets. Ze negeren hiermee dat mensen van nature gemotiveerd zijn om te leren. In de praktijk blijkt namelijk dat kinderen wel uit zichzelf willen leren spreken, lopen en moraal besef tonen (Lepper, Greene en Nisbett 1973).

Klassikaal-methodische scholen

Op veel scholen en door veel meesters en juffen wordt, vaak onbewust, nog gedacht vanuit het behaviorisme. De onderwijsmethodiek van de *klassikaal-methodische* scholen komt dan ook voort uit het denkkader van behavioristen. Onderwezen worden ligt in een directe lijn met het operant leren. In klassikaal onderwijs wordt doorlopend leerstof aangeboden en getoetst. Treffend is dat veel docenten er vanuit gaan (en vervolgens ook merken!) dat leerlingen niet van nature gemotiveerd zijn. Stickers, krullen en cijfers dienen vervolgens als beloning. Maar zo'n beloning staat helemaal los van de gedane prestatie. Vanuit hetzelfde denkkader komt ook het idee dat het aanbieden van leerstof noodzakelijk is om leren daadwerkelijk plaats te laten vinden. Mensen zijn echter zo verschillend, en leren ook op zoveel verschillende manieren (zie bijvoorbeeld het stuk hieronder over Meervoudige Intelligentie), dat er behoefte ontstond naar een bredere kijk op het leren (Deci 1971).

Onderzoeken

Onderzoekend leren is een manier van leren die uitgaat van de wil om te leren die iedereen zelf al in zich heeft: de nieuwsgierigheid. Confucius zei het ruim 2500 jaar geleden al: *'Vertel het me, en ik zal het vergeten. Laat het me zien, en misschien zal ik het me herinneren. Betrek me erbij, en ik zal het begrijpen.'* Deze uitdrukking laat heel duidelijk drie 'trappen' van verdieping zien. Iets alleen vertellen en uitleggen zorgt er niet voor dat de stof blijft hangen, 'beklijft'. Maar als er daarnaast inzichtelijk en concreet materiaal wordt gebruikt, dan krijgt het vertelde veel meer kader en kan je de stof in een context plaatsen. Pas als de leerlingen echter worden betrokken bij het proces van het ontdekken van iets, het zelf kunnen doen, zullen ze het ook echt kunnen doorgronden. Deze laatste aanpak is kenmerkend voor onderzoekend leren.

Onderzoeken

Het onderzoekende zit in ieder mens. Al sinds de geboorte begint een baby de wereld om zich heen te onderzoeken, aldus Joe Exline (Thirteen 2004). Ze kijken, richten zich naar geluid, grijpen dingen in de buurt, en stoppen het in hun mond. Al deze eerste en automatische manieren van onderzoek maken gebruik van alle zintuigen tegelijk. Dit is de natuurlijke nieuwsgierigheid van kinderen (INOS 2009). Kinderen moeten worden aangemoedigd om de wereld op een onderzoekende manier tegemoet te treden, en antwoorden te vinden op hun vragen.

Meer dan zomaar vragen stellen

Het onderwijs maakt echter traditioneel weinig gebruik van het onderzoekende in leerlingen. In plaats daarvan leren ze niet te veel vragen te stellen, maar vooral goed te luisteren, en de gewenste antwoorden te herhalen. Dat komt volgens Exline doordat men het onderzoekend leren niet goed begrijpt. Het is meer dan zomaar vragen stellen. Om het goed toe te passen zijn er veel factoren van invloed, zoals een context voor de vragen en verschillende niveaus van vragen. Zo zijn de dingen die geleerd worden toepasbaar op de context, maar ook in veel bredere zin.

Leerpsychologie

Aan de wieg van onderzoekend leren staan leerpsychologen als Dewey, Vygotski, Piaget en Freire. De kern van hun benaderingen is dat onderzoekend leren de nieuwsgierigheid en motivatie van leerlingen aanspreekt. Het ontdekkende karakter van de leeractiviteiten leidt tot betekenisvollere kennis, die langer blijft dan 'aangereikte' kennis (Couzijn 2008).

Bij het onderzoekend leren is het belangrijk dat de leerlingen geprikkeld worden door een betekenisvol, aansprekend onderwerp. De leerlingen worden of zijn dus nieuwsgierig. Deze nieuwsgierigheid stimuleert de onderzoekende houding van kinderen en spoort ze aan vragen te stellen. Naar aanleiding van die vragen gaan de leerlingen voorspellen (hypotheses stellen). Die voorspellingen leiden tot het opzetten en uitvoeren van een experiment of tot het uitzoeken van vragen.

Veranderende samenleving

Het onderzoeken is iets wat de laatste jaren steeds belangrijker wordt. Waar vroeger het 'weten' van dingen nog het belangrijkste speerpunt van het onderwijs was, is dat nu steeds minder belangrijk. Tegenwoordig kunnen we namelijk wat we willen weten gewoon even 'googelen', is Wikipedia altijd bij de hand, en is het alleen de kunst om je weg te vinden binnen dit grote aanbod van informatie. Maar onderzoeken is veel breder dan het vinden van het 'juiste antwoord'. Vaak is dat er niet eens, maar gaat het veel meer om het vinden van passende oplossingen voor vragen en problemen. Voor het onderwijs betekent het dus dat er een omslag moet worden gemaakt, naar het ontwikkelen van de onderzoekende vaardigheden, zodat de leerlingen zelf oplossingen kunnen zoeken, en vinden.

Samenhang

Er wordt binnen het onderzoekend leren ook thematisch gewerkt. Daardoor leren kinderen de verbanden te zien, zodat het leren meer betekenis krijgt. Het zijn geen losstaande feiten meer, maar krijgen een plaats in een grote context. De leerlingen leren ook zelf verbanden te leggen tussen dat wat ze leren, en hun eerder opgedane kennis en ervaringen. Het proces van onderzoeken heeft ook volgens Exline (Thirteen 2004) als belangrijkste uitkomst aan dat kinderen meer kennis krijgen over hoe de wereld werkt. Daar valt zowel de natuurlijke wereld onder (denk wat betreft onderwijstoepassing dan bijvoorbeeld aan de vakken natuurkunde, biologie, techniek) als de door mensen gemaakte wereld (maatschappij, politiek, geschiedenis). Goed onderwijs moet volgens hem de leerling voorzien van vaardigheden voor verschillende manieren om de wereld te zien, erover te communiceren, en op een goede manier om te gaan met de vragen en problemen van het dagelijks leven. En niet slechts over pure kennisoverdracht.

Meervoudige intelligentie

Het onderzoekend leren sluit aan bij het concept van meervoudige intelligentie (MI). Dit principe wint de laatste jaren sterk aan populariteit, en gaat er vanuit dat kinderen niet op één, maar op verschillende manieren intelligent kunnen zijn. Op basis van onderzoek (Gardner 1983) heeft men

acht verschillende intelligenties geïdentificeerd: verbaal-linguïstisch (woord-knap), logisch-mathematisch (reken/redeneer-knap), visueel-ruimtelijk (beeld/ruimte-knap), muzikaal-ritmisch (muziek-knap), lichamelijk-kinesthetisch (lijf/beweging-knap), naturalistisch (natuur-knap), interpersoonlijk (mensen-knap) en intrapersonaal (zelf-knap). Elk kind heeft al die intelligenties in zich, maar ontwikkelt sommigen sterker dan anderen. Dit model maakt kinderen bewust van hun eigen intelligenties, de sterke kanten maar ook de gebieden waar nog ontwikkeld kan worden. Zo leren ze dat ieder kind uniek is, en dat de kracht ligt in de gezamenlijke diversiteit. Het onderzoekend leren sluit aan bij de verschillen in kinderen, doordat ze op hun eigen manier het proces kunnen doorlopen.

Samenwerken

Bewust van deze diversiteit werken ze samen in het onderzoeken, en maken daarin gebruik van hun eigen en elkaars intelligenties. Ze hebben namelijk allemaal weer een andere kijk op de bevindingen. Wanneer ze zo bezig zijn met het proces van ontdekken en onderzoeken, het creëren van producten en het presenteren van bevindingen, gebruiken ze een aantal van hun intelligenties op een betekenisvolle manier, en worden de verschillende intelligenties ook verder ontwikkeld (INOS 2009). Het model Coöperatief leren (Slavin 1990) pas hier mooi binnen. De werkvormen hiervan stimuleren de meervoudige intelligenties en de sociaal-emotionele ontwikkeling, het daagt de leerlingen uit tot actief en constructief leren: actief informatie verwerven, bewerken, toepassen of oefenen.

Welke vragen stellen

De kern van onderzoekend leren is de verandering van het leren 'over iets', naar het leren 'hoe' (Thirteen 2004). Om dit proces te begeleiden is, zoals ik aan het begin al aangaf, de manier van vragen heel belangrijk. Zo is er bijvoorbeeld het *EIMA instructional framework* (Schwarz en Gwekwerere 2007), of de veel toegepaste vijf E's: engage, explore, explain, elaborate en evaluate (Bybee 1997). Om de juiste vragen te stellen moet je weten in welke fase het proces zit. Volgens Harlen (2006) is de effectiviteit van vragen afhankelijk van drie aspecten: vorm, timing en inhoud. In vorm kan je variëren tussen open en gesloten vragen, maar ook tussen persoongerichte en leerstofgerichte vragen. Persoongerichte vragen hebben betrekking op de ideeën van kinderen zelf, zonder die te veroordelen. Dit type vragen lokt uit om hypothesen te stellen. Timing heeft te maken met de plek van de vraag in de activiteit van de leerling. De inhoud van de vraag moet aansluiten bij het proces wat de leerling doormaakt. Met deze vragen help je de leerling verder. Velthorst (2010) geeft nog een onderscheid aan in deze vragen: de aandacht-richtende-vragen (wat merk je op over...?), meet-en-tel-vragen (hoeveel, hoe lang?), vergelijkingsvragen (zijn ze hetzelfde?), actie-vragen die leiden tot het verkennen van objecten gerelateerd aan kleine gebeurtenissen die kunnen plaatsvinden (wat gebeurt er als...?), probleem-stellende-vragen (kun je een manier vinden om...?) en tot slot redeneer-vragen die studenten helpen nadenk over ervaringen en hieruit ideeën af te leiden (waarom is dat denk je, kun je er een algemeen principe uit afleiden?).

Al deze vragen moeten in dienst staan van het proces van denken en leren. Volgens Exline, die overigens een vergelijkbaar model opvoert, zijn de uitkomsten van deze vragen: begrip van het onderwerp, begrip van het grote geheel, informatieverwerkingsvaardigheden en aangeleerde gewoontes van de hersens. Deze vier uitkomsten zijn de essentie van 'inquiry learning', en zouden ook de belangrijkste uitkomsten moeten zijn voor moderne onderwijsstandaarden.

Ook leerlingen zelf stellen natuurlijk vragen, en dat is belangrijk. Zo laten ze zien dat ze iets niet begrijpen maar wel willen begrijpen. Ze laten de grens zien tussen begrip en onbegrip, en geven dus een indruk van hun voorkennis. Vragen tonen de ideeën die kinderen zelf hebben en daarnaast

brengen vragen de mogelijkheid met zich mee om onderzocht te worden. Kinderen stellen over het algemeen vijf type vragen: vragen die een uitdrukking zijn van verwondering en interesse, vragen om informatie te verkrijgen, complexe vragen, filosofische vragen en vragen waarop een antwoord kan worden verkregen door onderzoek.

Lessen ontwerpen

Als we lessen gaan ontwerpen voor het onderzoekend leren moeten we rekening houden met een aantal punten. De lessen moeten voldoen aan een aantal voorwaarden.

- De leerlingen moeten zelf iets ontdekken.
- De informatie moet overzichtelijk, toegankelijk en authentiek zijn.
- 'Gegidst ontdekken', maar geen invuloefening. Er moet een middenweg zijn tussen het 'voorkoken' en de leerlingen zelf tot een ontdekking te laten komen.
- Het onderwerp moet betekenisvol zijn.
- Differentiatie naar niveau, interesse en leerstijl moet mogelijk zijn.

In het boek Praktische Didactiek voor Natuuronderwijs (De Vaan en Marell 1999, 81-89) wordt een 5-stappenplan uit de doeken gedaan om een praktische invulling te geven aan het onderzoekend leren.

- **Confrontatiefase**
Er komt iets binnen. De leerkracht of leerling introduceert bijvoorbeeld een onderwerp. Dat kan gaan om een voorwerp of gebeurtenis.
- **Verkenningfase**
De kinderen gaan op een informele manier het onderwerp verkennen. Ze gaan er anders gezegd mee aanrrommelen. Ze kunnen aanraken, voelen, kennis maken. Zo ontstaat er betrokkenheid. In deze fase wordt ook de voorkennis geactiveerd. Voor de leerkracht wordt de beginsituatie van de groep in dit stadium duidelijk.
- **Onderzoeksfase**
Aan de slag. De kinderen zijn inmiddels gemotiveerd en nu komt de kern van de les. De leerkracht bepaalt de werkvorm aan de hand van het onderwerp wat onderzocht gaat worden. Tijdens het werken met het onderwerp doen de kinderen ervaringen op en krijgen antwoorden op hun vragen. De resultaten leggen ze vast.
- **Verslaglegging**
De kinderen gaan hun resultaten met de anderen delen. Dit kan in meerdere vormen, van schriftelijk tot een tentoonstelling. De vorm wordt bepaald door de leerkracht en past bij de gegeven opdracht en het onderwerp.
- **Verdieping of verbreding**
De leerkracht heeft ook nog wat te vertellen. Aan de hand van de resultaten van de leerlingen vertelt de leerkracht een samenhangend verhaal. Hij kan ook koppelingen maken naar andere vakken, extra informatie of bijvoorbeeld het nieuws.

In een leeromgeving die nieuwsgierigheid oproept bij de leerlingen zullen ze met eigen onderzoeksvragen komen. Daarbij kunnen de onderstaande onderwijstypen in goede afwisseling met elkaar worden toegepast. Hierbij moet er bij de keuze van inhouden en activiteiten rekening worden gehouden met de bevordering van de brede ontwikkeling van kinderen.

- Gesloten leerkrachtgestuurd onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert, presenteert of demonstreert en de leerlingen volgend dan wel toeschouwer zijn.

- Gesloten leerkrachtgestuurd onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert en leerlingen de weg naar de oplossing aangeeft.
- Half open onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert en de leerlingen voorspellingen en oplossingen bedenken.
- Open, door leerlingen gestuurd onderzoek, waarbij de leerlingen zelf de onderzoeksvraag, voorspellingen en oplossingen bedenken.

(Van Graft en Kemmers 2007)

Een verdere uitwerking van deze types (wat betreft: benodigde vaardigheden van kinderen, bekwaamheidseisen leerkracht, voorbeelden van werkvormen, etc.) vindt u in een schema in bijlage 1.

Onderzoekend leren wordt gestimuleerd door betekenisvolle situaties en gebeurtenissen, in combinatie met het stellen van operationele vragen. De leerlingen doen aan de hand van deze vragen voorspellingen, waarop onderzoek volgt om uiteindelijk tot een bevredigend antwoord te komen. Hierbij ontwikkelen de leerlingen de vaardigheden: onderzoeken, samenhang en regelmaat zoeken en het ontwikkelen van een kritische en nieuwsgierige houding.

Uit behavioristische hoek: AmbraSoft

Zoals ik al eerder noemde, is er veel educatieve software ontwikkeld die behavioristisch van aard is. Een van de pakketten uit deze categorie die ik heb bekeken is AmbraSoft. Dit is een modern en aantrekkelijk programma, vol met spellen die de kinderen helpen met het inoefenen van allerlei lesstof. In het volgende stuk werk ik de achtergrond en de inhoud van dit programma uit, om duidelijk te maken waarom ik juist voor deze toepassing heb gekozen.

Hoe is AmbraSoft ontstaan?

Het educatieve programma AmbraSoft is halverwege de jaren '90 ontstaan uit een simpel idee van groepsleerkracht Wim Swier. Hij was op zoek naar extra oefenstof voor tafels en was altijd al gefascineerd door de mogelijkheden van computers in de klas. Uiteindelijk is hij, gewapend met een boekje 'Programmeren voor beginners', aan de slag gegaan om het spelletje "Metselen" te maken. Zijn leerlingen waren meteen enthousiast en ook andere leerkrachten wilden het graag eens uitproberen. Zo is de bal steeds verder gaan rollen en werd Wim steeds bekender als ontwikkelaar van leuke, effectieve educatieve software. Tot hij in 1997 na twee jaar echt van zijn hobby zijn werk ging maken en het bedrijf AmbraSoft, vernoemd naar zijn kinderen Amber en Bram, oprichtte (Schoneveld 2011).

Wat begon als klein pakket met programma's voor het inoefenen van de leerstof van de basisschool, voldeed aan een kennelijke behoefte in onderwijsland. Veel basisscholen hadden in de voorgaande jaren computers gekregen of aangeschaft, maar het integreren van deze nieuwe apparaten in de lespraktijk bleek lastig. De leerkrachten waren vaak onervaren met computers, en het ontbrak aan geschikte en makkelijk te gebruiken software. Met de komst van nieuwere Windows-versies (95, 98) werd de computer steeds makkelijker te bedienen en precies in deze tijd kwam AmbraSoft beschikbaar.

En inmiddels werken ruim een miljoen leerlingen op 5.500 basisscholen met het Schoolpakket van AmbraSoft. In 2008 is het bedrijf overgenomen door Noordhoff Uitgevers, het team van AmbraSoft is inmiddels een stuk groter geworden en vrijwel alle medewerkers komen uit het onderwijs (Schoneveld 2011). Elk schooljaar wordt er een nieuwe versie van het pakket uitgebracht, waarbij er onderscheid wordt gemaakt tussen een versie voor op school en een versie voor thuis. Op school kan zelfstandig worden getraind, waarbij de leerkracht de resultaten kan inzien en dus de voortgang kan bijhouden. Thuis kunnen de kinderen gericht nog extra oefenen. Ik richt me hierna op de actuele versie van het schoolpakket: 1213.

Domeinen, onderdelen en tools

AmbraSoft wil een brede oplossing zijn voor het inoefenen van leerstof. Er zijn verschillende niveaus, en de belangrijkste vakken komen aan bod. Er wordt samengewerkt met bekende bedrijven uit het veld: Van Dale voor taal en Cito voor rekenen. Het programma valt uiteen in de volgende domeinen: Rekenen, Tafels, Taal, Werkwoorden, Lezen en Ontspanning. Al deze domeinen hebben weer enkele onderdelen, die op hun beurt weer tientallen 'tools' (spelletjes) bevatten, van verschillende niveaus. Bij elk onderdeel is er eerst een begintoets, waarna afhankelijk van de score meer of minder spellen beschikbaar zijn. Ook is er in samenwerking met Cito voor elk onderdeel nog een 'Rekenquiz' (de vragen komen van Cito). De tools zijn veelal in een cartoonachtige verhaalvorm gegoten en worden stevast ingeleid door een kort verhaaltje. Vaak moet je mensen helpen iets op te lossen.

Het programma is zo breed dat ik me beperkt heb tot één domein: Rekenen. Ook binnen dat domein heb ik me beperkt, maar daarover later meer. Ik heb gebruik gemaakt van een proefversie van het Schoolpakket 1213 voor de leerkracht. Deze werd mij voor dit onderzoek ter beschikking gesteld door AmbraSoft. Deze versie heeft een al vastgelegde groep 6 van een zekere meester Ben van de Ambraschool in Enkhuizen. Ik heb voor één van de leerlingen de begintoetsen zonder fouten gemaakt, om zo het maximale aantal tools 'vrij te spelen'. Een overzicht van de tools uit het domein Rekenen vindt u in bijlage 2. Sommige tools zitten meerdere keren in een onderdeel. Die doet dan doorgaans hetzelfde, maar nog een keer met andere, soms moeilijkere getallen.

Het domein Rekenen

Zoals u in bijlage 2 leest bestaat het domein Rekenen bij AmbraSoft uit 11 onderdelen. Ik beschrijf hieronder kort de verschillende onderdelen.

Sommen tot 10, 20, 100 en 1000

Dit onderdeel helpt met het oefenen met tellen. De eerste spellen oefenen echt met het basale tellen. Zo zie je bijvoorbeeld in de tool 'De poppenkast' een of twee handen met vingerpoppen, met de vraag: hoeveel vingerpoppen zie je? Vervolgens kun je op knoppen met getallen klikken. Als het antwoord goed is komt er onmiddellijk een beloning in de vorm van bijvoorbeeld een liedje of een dansende beer. Zo wordt er geoefend met **tellen** (de spelkamer, de poppenkast), **volgorde van getallen** (veiling), **splitsen** (knikkerbaan, bij de bakker) **optellen en aftrekken** (de busreis, postbode, kat en muis).

Ook bij de sommen tot 20 wordt gebruik gemaakt van tools om de vaardigheden die samenhangen met tellen te oefenen. De getallen zijn wat hoger, maar er wordt deels gebruik gemaakt van dezelfde spellen als bij de sommen tot 10. Er wordt geoefend met de **volgorde van getallen** (veiling), **splitsen** (bij de bakker), **optellen en aftrekken met het rekenrek** (het rekenrek, de rekenvis, het rekengroepje), **optellen** (de busreis, zoekplaatje, tanken, postbode, de kermis), **aftrekken** (zoekplaatje, tanken, postbode, de kermis).

De tools bij sommen tot 100 zijn ook vergelijkbaar met de voorgaande. Er wordt in alle tools geoefend met **optellen en aftrekken** onder de honderd (kikkervijver, raceauto, de kermis, de verjaardag, zoekplaatje, tanken, de kermis, kat en muis). De tools worden steeds iets lastiger. Eerst wordt er geoefend met alleen veelvouden van tien, vervolgens met veelvouden van tien en getallen onder de tien, en later wordt er gerekend met willekeurige getallen onder de 100.

Sommen tot 1000 is ongeveer gelijk opgebouwd als Sommen tot 100. Er wordt in alle tools geoefend met **optellen en aftrekken onder de 1000** (Raceauto, de kermis, zoekplaatje, tanken, de verjaardag). Eerst wordt er geoefend met veelvouden van honderd, vervolgens met veelvouden van honderd en veelvouden van tien, en later met willekeurige getallen onder de 1000.

Klokkijken

Bij dit onderdeel oefenen de kinderen met het herkennen en benoemen van tijden op de klok en andersom. Er wordt geoefend met het lezen van een analoge klok (zeg de tijd), hoeveel tijd is er verstreken tussen twee analoge of digitale klokken (schoolkamp), analoog omzetten naar digitaal en a.m. en p.m. (zet de klok), omzetten van digitaal naar analoog (klokkenmaker).

Breuken

In dit onderdeel oefenen de leerlingen op verschillende manieren met breuken. Er wordt geoefend met het omzetten van een getekende 'taartpunt' naar een geschreven breuk (breuken quiz), het plaatsen van een breuk op de getallenlijn (getallenlijn), het aanvullen van een breuk tot 1 (breukenrobot), het vereenvoudigen (pauze), het gelijknamig maken van breuken en vervolgens aftrekken (breukenrobot), het optellen van breuken (breukenrobot), het vermenigvuldigen van een breuk (feestje), het vermenigvuldigen van twee breuken (feestje), een getal delen door een breuk (feestje) en een getal met een breuk tot één breuk maken ($3\frac{1}{5} = \frac{16}{5}$), en vervolgens delen (feestje).

Procenten

De tools van dit onderdeel zijn deels vergelijkbaar met die van het onderdeel breuken. Er wordt geoefend met het omzetten van een taartpunt naar een percentage (procenten quiz), het omzetten van een percentage naar een breuk (kortingsrad), bepalen hoeveel procent van een vlak met vakjes is gekleurd (zoekplaatje), een percentage van een bepaald getal berekenen (zoekplaatje, het interview, verffabriek), korting en nieuwe prijs berekenen (uitverkoop), percentage extra gewicht en nieuw gewicht berekenen (teleporter), rente en nieuw bedrag berekenen (spaarrekening).

Maten en gewichten

In dit onderdeel wordt er aandacht besteed aan de verhoudingen tussen de verschillende lengtematen en gewichtsmaten. Er wordt geoefend met het omrekenen van de ene naar de andere lengtemaat (de kermis), het omrekenen van de ene naar de andere gewichtsmaat (de meetquiz), het omrekenen van de ene naar de andere inhoudsmaat (de kermis), het inschatten van een gewicht (het magazijn), het berekenen van de omtrek en het oppervlak van voorwerpen (meet de spullen), het optellen van verschillende lengtematen (de meetquiz), het berekenen van de inhoud (teleporter), het omrekenen van de ene naar de andere oppervlaktemaat (de kermis), het omrekenen van de ene naar de andere inhoudsmaat (de meetquiz).

Geldrekenen

Bij het geldrekenen wordt er geoefend met allerlei berekeningen die samenhangen met geld. Er wordt geoefend met het uit elkaar houden van de verschillende munten (nieuwe spaarpot), het tellen van een aantal munten (Tamira's bank), het contant betalen van bedragen (speelgoedwinkel), het uitschrijven van een gesproken bedrag (geld dictee), het uitsplitsen van een bedrag in 100, 10 en 1 euro (spaarpot), het berekenen van wisselgeld (de ijscoman), het schatten van de uitkomst van een som (geld quiz), het berekenen van een totaal bedrag uit 100, 10 en 1 euro's (de kassa), het afronden van bedragen op 5 eurocent (zoekplaatje).

Komma-getallen

In dit onderdeel komen allerlei aspecten van kommagetallen aan bod. Er wordt geoefend met het plaatsen van kommagetallen op een getallenlijn (getallenlijn), het uitschrijven van een gesproken getal (komma dictee), afronden (komma quiz, motorrace), kommagetallen optellen en vermenigvuldigen (stemkastjes, komma quiz), kommagetallen omrekenen naar een breuk en vice versa (de BSO).

Cijferen

Bij cijferen wordt er geoefend met het onder elkaar zetten van een som. Er wordt geoefend met optellen onder en boven de duizend (knikkers tellen), aftrekken, aftrekken over het tiental en aftrekken boven de duizend (doe het zelf), vermenigvuldigen onder en boven de tien (het digibord), staartdelen en staartdelen met rest (laptop).

Keuze

Voor dit onderzoek heb ik gekozen om gebruik te maken van drie tools uit het onderdeel breuken. Deze tools zal ik hieronder uitgebreider beschrijven. Ze zijn representatief voor het hiervoor beschreven aanbod van AmbraSoft.

Uit de hoek van het Onderzoekend Leren

Het Freudenthal Instituut

Het Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (Flsme) is een onderzoeksinstituut van de faculteit Bètawetenschappen van de Universiteit Utrecht.

Dit instituut is genoemd naar de Duits-Nederlandse hoogleraar Hans Freudenthal (1905 - 1990). Freudenthal bezette vanaf 1946 de leerstoel 'Theoretische en Toegepaste Wiskunde' bij de Universiteit Utrecht. Hij leverde een wezenlijke wetenschappelijke bijdrage aan de topologie, geometrie en de theorie van Lie-groepen. Later concentreerde Freudenthal zich op wiskundige didactiek, mede onder invloed van zijn vrouw Suus Freudenthal-Lutter. Zij was pedagoge en grondlegster van het Jenaplanonderwijs in Nederland. Freudenthal verwierf op zijn beurt internationale faam als geestelijk vader van het realistisch wiskundeonderwijs (Freudenthal Institute).

Hans Freudenthal's focus op wiskundige didactiek leidde ertoe dat hij in 1971 het Instituut voor de Ontwikkeling van het Wiskunde Onderwijs (IOWO) oprichtte. Dit instituut is een expertisecentrum voor het reken- en wiskundeonderwijs en doet onderzoek naar alle aspecten daarvan. Het IOWO werd in 1991 omgedoopt in het Freudenthal Instituut. Het doel van dit instituut is het reken- en wiskundeonderwijs op alle niveaus te verbeteren (Wikipedia - Hans Freudenthal 2013).

Realistisch rekenen

In dit kader is het goed om ook aandacht besteden aan het Realistisch Rekenen. Niet alleen omdat Freudenthal daar een warm voorstander van was, maar vooral omdat het kenmerkend is voor de aanpak die zijn instituut bezigt. Het ligt dicht tegen onderzoekend leren aan, waar functioneel rekenen juist leunt op het behaviorisme.

Het realistisch rekenen kent een aantal karakteristieken, zoals onder andere beschreven wordt door Flsme-professor Treffers (Three Dimensions: A model of Goal and Theory Description in Mathematics Instruction - The Wiskobas Project 1986). Zo wordt er in de sommen gebruik gemaakt van een *context*. Het abstracte rekenen wordt op die manier concreet gemaakt. Er wordt gebruik gemaakt van *modellen*. Eerst wordt een probleem visueel gemaakt, waarna het steeds meer wordt geschematiseerd. Het is de insteek dat de leerlingen hun *eigen strategieën* ontwikkelen. Zo zal elke leerling rekenen op de manier die hem het beste ligt. Door het proces van leren een *interactief* karakter te geven kan een leerling reflecteren en verhelderen. Samenwerken en overleggen helpt het denkproces.

In de jaren '80 en '90 maakten de mechanische rekenmethodes steeds verder plaats voor realistische methodes, onder andere onder invloed van het Freudenthal Instituut. Er ontstond in de loop der jaren echter ook steeds meer kritiek op deze manier van werken. De balans tussen inzicht en oefenen is bijvoorbeeld wel sterk in het nadeel van oefenen, aldus critici (Opmeer 2005). Zo snappen de kinderen het misschien wel, maar onthouden ze het niet. De aandacht voor het ontwikkelen van eigen strategie kan voor leerlingen ook juist verwarrend zijn. Welke manier moet je nou gebruiken?

Ook ondervinden taalzwakke kinderen nadeel van de talige contexten van de 'verhaaltjes'-sommen. De kritiek lijkt ondersteund te worden door de praktijk: sinds de nationale invoering ervan in 1987 zijn de rekenprestaties achteruit gegaan (Janssen, Schoot en Hemker 2005), terwijl er juist fors is geïnvesteerd in het rekenonderwijs. In een beschrijving van een onderzoek uit 2004 van C.M. van Putten van de Universiteit Leiden concludeert hij: 'De achteruitgang van de PPON-resultaten sinds 1987 bij bewerkingen zoals cijferend delen kan ten minste voor een deel worden toegeschreven aan de veronderstelde toename van het aantal leerlingen dat met realistische strategieën deelsommen oplost' (Putten 2008).

Om duidelijkheid te verschaffen in de te volgen koers geeft de minister van Onderwijs aan de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen opdracht om hier onderzoek naar te doen. De onderzoekers komen tot de volgende conclusies: er is terecht bezorgdheid over de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen; het rekenpeil moet over de gehele linie omhoog. Er is echter geen overtuigend verschil aangetoond in het effect van de beide didactieken. De sleutel tot verbetering van de rekenvaardigheid ligt in het niveau van de leraar. Het realistisch rekenen vraagt namelijk wel meer van het onderwijzend personeel. De KNAW adviseert daarom krachtig te investeren in de rekenkwaliteiten van de leraar, zowel op de pabo als door nascholing (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 2009).

Intussen hebben naar aanleiding van alle ophef en kritiek de uitgevers de laatste jaren ook nog eens goed naar hun realistische rekenmethodes gekeken. Het gebrek aan oefenmateriaal werd aangevuld met extra rijtjes sommen, meer convergente differentiatie en eenduidige oplossingsstrategieën voor zwakke rekenaars. Nieuw ontwikkelde methodes combineren elementen uit beide werelden en leggen zo hun eigen accenten.

Wat doet het Freudenthal Instituut

Natuurlijk nam dit rapport de discussie tussen beide 'kampen' niet weg. Het gaf namelijk geen antwoord op de vraag welke methode 'beter' was. Het FIsme neemt het in deze discussie nog altijd op voor het realistisch rekenen. Het instituut heeft echter als doel om onderzoek te doen naar *alle* aspecten van wiskundeonderwijs, om het te kunnen verbeteren. Critici verwijten het instituut dan ook een te grote voorkeur te hebben voor het realistisch rekenen. Maar het FIsme doet veel meer dan alleen het realistisch rekenen stimuleren. Er worden toepassingen voor Wisweb ontwikkeld die wereldwijd een grote populariteit genieten. Men verricht wetenschappelijk onderzoek, begeleidt promovendi en verzorgt universitair onderwijs. Ook is het instituut verantwoordelijk voor manifestaties zoals de Nederlandse Wiskunde Dagen (NWD), de wiskunde A-lympiade en de wiskunde B-dag (Olsthoorn, Pik en Verhoef 2010).

De ontwikkeling van RekenWeb

Onder de noemer *RekenWeb* begon het Freudenthal Instituut eind jaren '90 met het ontwikkelen van een grote hoeveelheid 'applets', spelachtige toepassingen in de context van een specifiek rekenthema, verzameld op een webpagina.

Veel van de tools zijn gebaseerd op de programmeertaal Java. Deze taal is in de jaren '90 ontwikkeld en werd onder andere gebruikt om geanimeerder en interactieve elementen toe te voegen aan de browser, het programma dat toegang geeft tot internet. De browser voert in principe *HTML-code* uit. De mogelijkheden hiervan waren echter niet zo groot. Via een apart te laden 'Java-applet' werden de mogelijkheden van een webpagina uitgebreid met die van Java. Tegenwoordig wordt daar vaker Adobe Flash voor gebruikt, hoewel HTML zelf ook steeds meer mogelijkheden krijgt. Omdat Java veel

mogelijkheden biedt, zijn er ook veel mogelijkheden tot misbruik. Vandaar dat programma ook berucht is om zijn veiligheidslekken en bijbehorende updates.

Het aanbod aan applets van RekenWeb is groot en gevarieerd. Het is onderverdeeld in 24 onderdelen. Het aanbod is zo groot dat ik hier niet alle onderdelen wil beschrijven. Zie bijlage 2 voor het overzicht van alle apps. Op zoek naar een geschikt onderwerp waar ik AmbraSoft en RekenWeb goed op zou kunnen vergelijken heb ik de meeste van de applets bekeken en uitgetoetst.

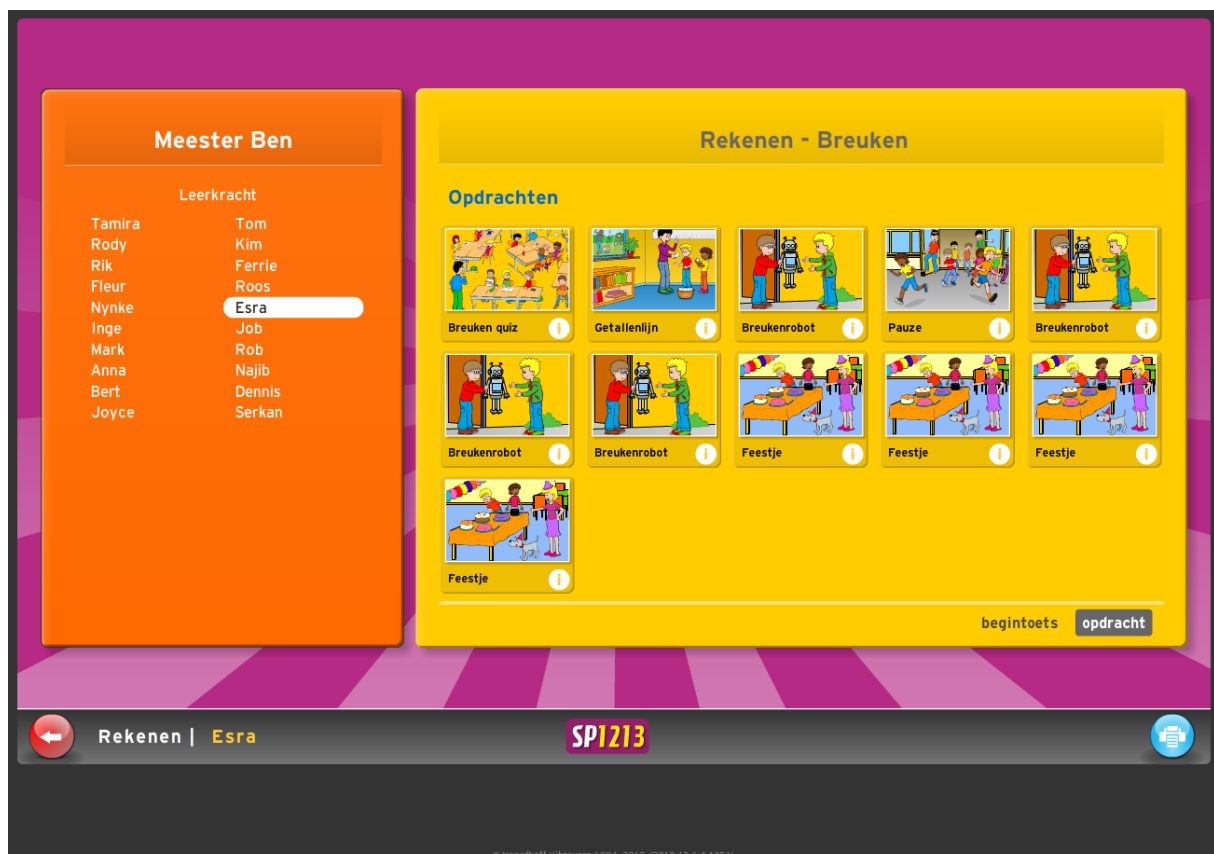
Vergelijking

Onderwerp: Breuken

Bij het onderwerp breuken was er bij RekenWeb een redelijk gevarieerd en overzichtelijk set van acht tools te vinden. Deze tools riepen ook het onderzoekende in kinderen naar boven. De breuken-tools van AmbraSoft waren ook geschikt, hoewel die natuurlijk juist nadruk legden op het inoefenen van rijen sommen. Ik wil me daarom tot dit onderwerp beperken. Uit beide programma's heb ik uiteindelijk drie tools gekozen. Ik heb geprobeerd om een zo representatief mogelijke keus te maken. De tools moesten ook niet veel inwerktijd vragen. Ik beschrijf hieronder de gebruikte tools, zowel van AmbraSoft als van RekenWeb.

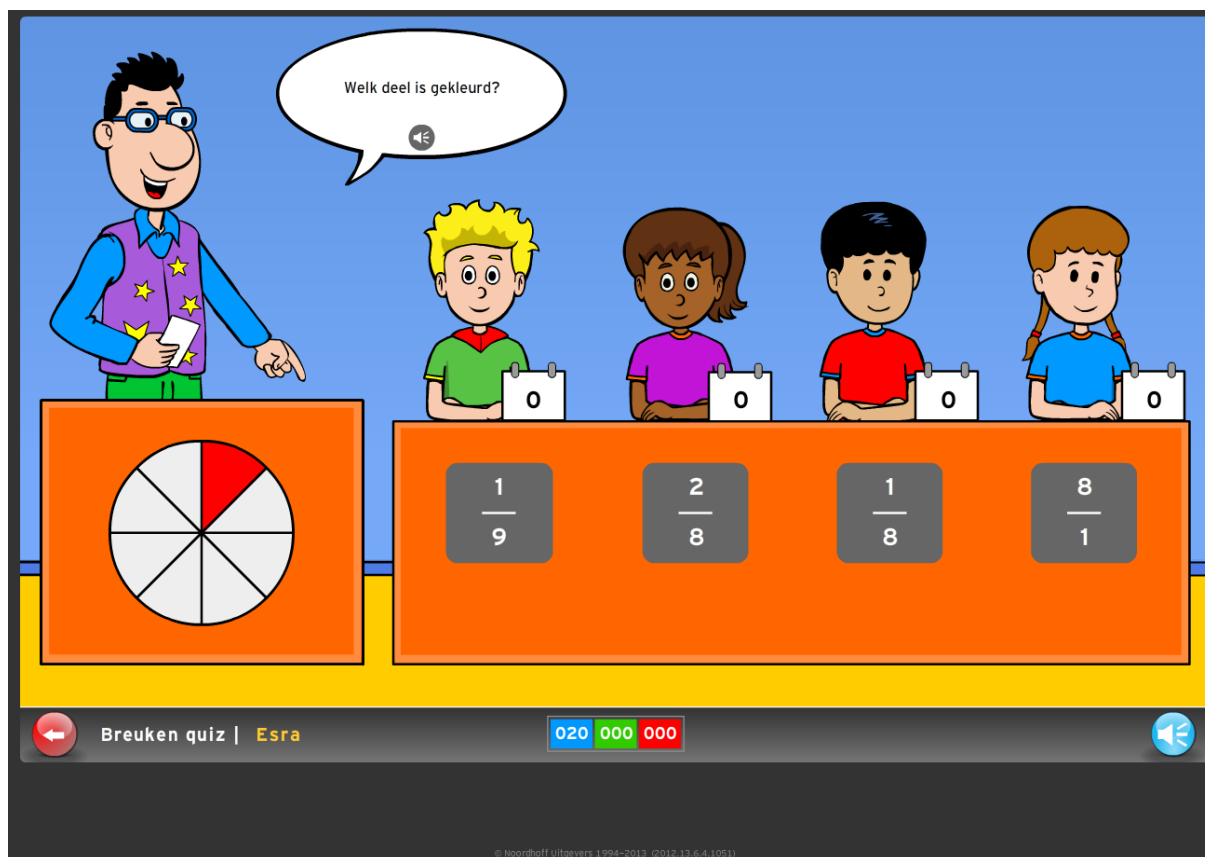
Gebruikte tools AmbraSoft

Wanneer de leerlingen het portal van AmbraSoft opstarten kiezen ze achtereenvolgens hun groep, het vak en het domein. Vervolgens komen ze in het overzicht van de beschikbare tools. Bij het aanklikken van hun naam zien ze welke tools voor hen klaar staan. Het programma houdt hun vorderingen bij en stelt aan de hand van het niveau meer of minder tools beschikbaar. De leerkracht kan via een aparte module de vorderingen inzien en eventueel aanpassingen verrichten.



1. Breukenquiz

“De kinderen zijn druk vandaag. Ze gaan een quiz spelen! Wie zouden er mee mogen doen?” We zien een klas in beeld, terwijl een mannenstem bovenstaande tekst uitspreekt. Een beginverhaaltje als dit is typerend voor het soort context die AmbraSoft voor zijn tools gebruikt. De kinderen moeten vervolgens op start klikken, waarna ze in het spel terecht komen. In dit geval gaat de quiz over breuken, maar elders in het programma wordt dezelfde tool ook toegepast met andere inhoud.



In deze quiz presenteert de meester als quizmaster steeds een afbeelding van een breuk, in de vorm van een cirkel of vierkant waar een deel van is gekleurd (zie afbeelding). Vier leerlingen tonen hun antwoord. Slechts een van deze karakters heeft het goed. Aan de gebruiker de keus welk antwoord juist is. Er klinkt een geluidje omlaag als hij voor het verkeerde antwoord kiest. Het antwoord wordt daarnaast rood en het betreffende kind gaat sip kijken. Er klinkt een geluidje omhoog wanneer de gebruiker het juiste antwoord kiest. Het kind juicht en het juiste antwoord wordt groen. Ook krijgt het kind een punt erbij op zijn scorebord.

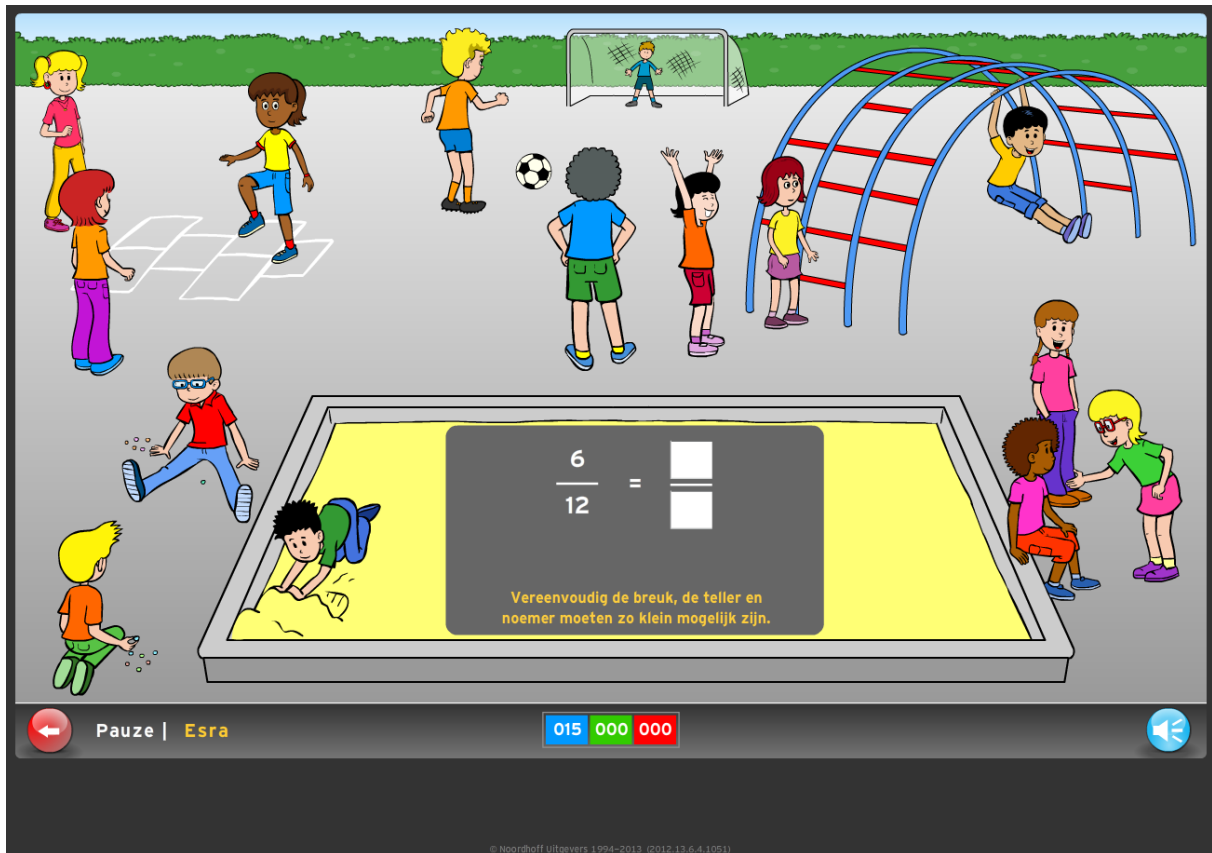
De antwoorden zijn steeds de veel voorkomende fouten van een breuk. Bij de breuk $\frac{1}{5}$ zijn de andere antwoorden $\frac{1}{6}$ (verkeerd geteld: totaal aan vakken), $\frac{5}{1}$ (omgedraaid) en $\frac{2}{5}$ (verkeerd geteld: gekleurde vakken). Als een leerling dat eenmaal door heeft kan hij de meeste vragen bijna automatisch beantwoorden, zelfs zonder naar het plaatje te kijken.

“Iedereen heeft goed zijn best gedaan. En daarom gaan de kinderen nog iets leuks doen”. Hiermee wordt het verhaaltje afgesloten. Bij het goed afronden van het spel krijgt de leerling munten als beloning.

2. Pauze

“Vandaag is er een heel bijzondere pauze. Eerst even hard werken, en dan als beloning lekker spelen. Dat wil iedereen wel doen!” In beeld zien we een klas kinderen die blij naar buiten komt rennen. Als

we op start drukken komt het schoolplein in beeld, met spelende kinderen. In de zandbak staat een breuk die moet worden vereenvoudigd. Eronder staat de tekst: “Vereenvoudig de breuk, de teller en noemer moeten zo klein mogelijk zijn.” Deze tekst wordt ook voorgelezen door een computerstem.



Als de gebruiker een breuk heeft ingevuld verschijnt er een knop ‘controleren’. Wanneer het antwoord fout is klinkt het geluid omlaag, en wordt het foute getal rood. Als de noemer of teller wel klopt wordt die groen. Als het antwoord goed is klinkt het geluid omhoog, wordt het antwoord voorgelezen door de computerstem, en tegelijk beweegt als beloning er iets elders op het schoolplein. Een kind maakt bijvoorbeeld een hink-stap-sprong, een ander kind rolt een knikker of een bal wordt in het doel geschoten.

“Jammer, de pauze zit er weer op. De kinderen moeten weer hard aan het werk. Gelukkig is er morgen weer een pauze.” We zien een afbeelding van de juf bij de deur, en kinderen die weer naar binnen lopen. Ook krijg de gebruiker weer een munt als beloning.

3. Feestje (de laatste)

“Mama is jarig. Tom en Tamira mogen helpen met de taarten uitdelen. Dat is een moeilijk werkje!” We zien de taarten op tafel met de kinderen en mama er omheen. Als we op start drukken verschijnt een bovenaanzicht van een tafel met een aantal wachtende mensen. Daarnaast zien we twee kinderen bij de tafel met taarten staan. Een computerstem geeft de opdracht: “Vul alle vakjes in en maak het juiste antwoord.” In een tekstballon staat aan het begin per vakje nog de handeling uitgelegd, zoals: ‘Vermenigvuldig het hele getal met de noemer. Tel daar de teller bij op.’ En ‘Vul hier de noemer van de breuk in’.



Bovenaan staat een breuk in deze vorm:

$$3\frac{1}{5} : 4 = \frac{\quad}{\dots} : \dots = \frac{\quad}{\dots}.$$

Alle getallen die nog niet zijn ingevuld moeten op volgorde worden ingevuld. Het voorbeeld wordt dan:

$$3\frac{1}{5} : 4 = \frac{16}{5} : 4 = \frac{4}{5}.$$

Elk ingevuld getal wordt direct rood of groen, gepaard met een geluidje omlaag of omhoog. Alleen bij het laatste getal verschijnt de knop 'controleren'. Als je daar op klikt klinkt een geluidje omhoog en spreekt de computerstem het antwoord uit. Er verschijnt een taartpunt in de juiste breuk op het tafeltje bij de kinderen.

Na vijf goede antwoorden worden er taartpunten verdeeld. Die corresponderen overigens niet met de punten die net zijn gesneden.

Na tien goede antwoorden wordt het iets moeilijker. Er wordt niet meer direct feedback gegeven door het rood of groen worden van het antwoord.

Aan het eind van het spel, na vijftien vragen, zien we een afbeelding van de vertrekkende gasten, begeleid door de zin: "Dat was een leuke verjaardag. Tom en Tamira hebben mama heel goed geholpen. Dat mogen ze vast vaker doen!". Ook is er weer een munt verdiend.

Samenvattend

Ambrasoft kiest voor een vorm waarbij de kinderen sterk bij de hand worden genomen. De vormgeving is logisch, consistent en mooi afgewerkt, en draagt ook bij aan de context. De drie gekozen tools hebben overeenkomstig dat er een klein verhaaltje wordt verteld aan de hand van een

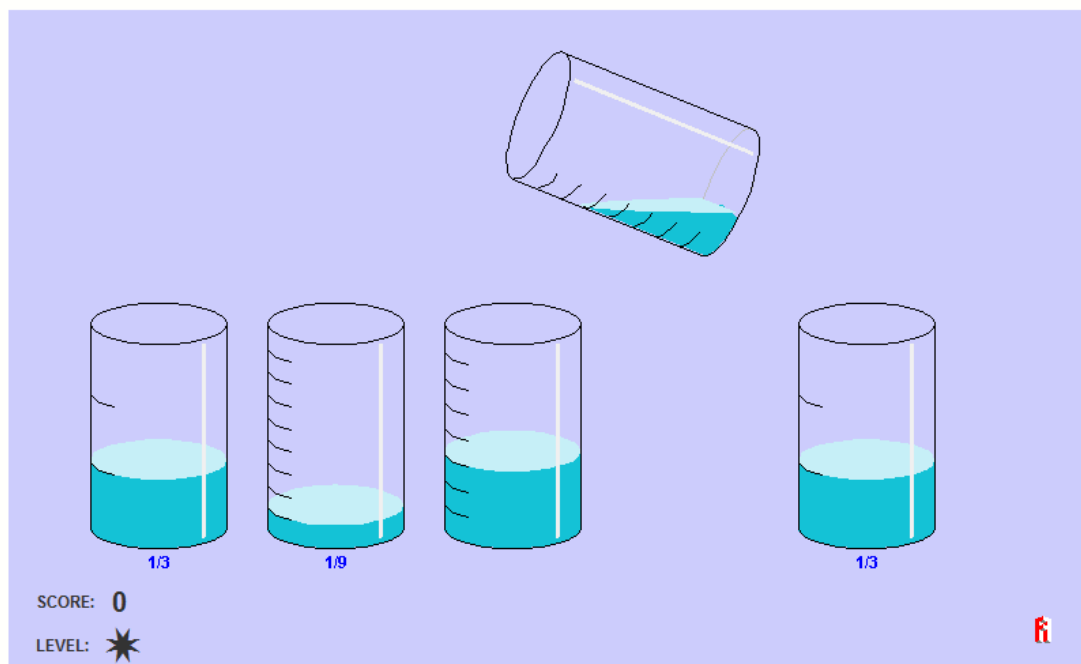
afbeelding. Hiermee wordt een context geschapen. Deze context heeft echter weinig met de inhoud van de som te maken. Het is hoofdzakelijk een aantrekkelijk jasje voor een rij sommen die anders saai zou zijn: de 'sugarcoated pill'. De tools zijn oplopend in moeilijkheidsgraad ingedeeld. Ook de sommen binnen een tool worden soms lastiger naar het eind, maar niet altijd. Er volgt steeds een beloning direct na een goed antwoord, maar ook aan het eind van een opdracht in de vorm van een robbie (munt).

Gebruikte tools Rekenweb

Als de kinderen het adres van RekenWeb invoeren in de browser komen ze op een pagina van Flisme terecht, waar ze door kunnen klikken naar de spelletjes. Vervolgens verschijnt er een overzicht van alle tools. Hierin kan worden gefilterd op groep en op domein.

1. Een breuk schenken

Wanneer de gebruiker op de knop van 'een breuk schenken' klikt, verschijnt de openingspagina van dit spel. Een foto van water in een glas leukt de pagina, die verder vrij saai is, wat op. Er moet worden gekozen voor 'Makkelijk' (groep 5/6) of 'Moeilijk' (groep 7/8). Er staat verder: 'Dit spel heeft drie levels. Schenk het zo dat je de beker precies vol krijgt. Als alle bekers vol zijn ga je naar het volgende level'. We klikken op 'moeilijk' en het spel start.



Dit spel heeft drie levels. Schenk het zo dat je de bekens precies vol krijgt. Als alle bekens vol zijn ga je naar het volgende level.

© Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (Fisme) 1991-2013

We zien vijf maatbekers (met verschillende streepjes), die voor een deel gevuld zijn met water. Door slim te combineren moet de gebruiker er voor zorgen dat de maatbekers precies vol raken. Elke keer als hij een maatbeker leeggiet in een andere, verschijnt er een nieuwe maatbeker, met een nieuwe breuk. De bekens bevatten breuken als $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{9}$.

Als er vier glazen precies vol zijn gaat het spel naar de volgende level. De breuken in deze level zijn bijvoorbeeld $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{3}{10}$. Bij de derde level gaat het bijvoorbeeld om $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{4}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{3}{10}$.

Als je een maatbeker te vol giet overstroomt hij, en moet je een level terug.

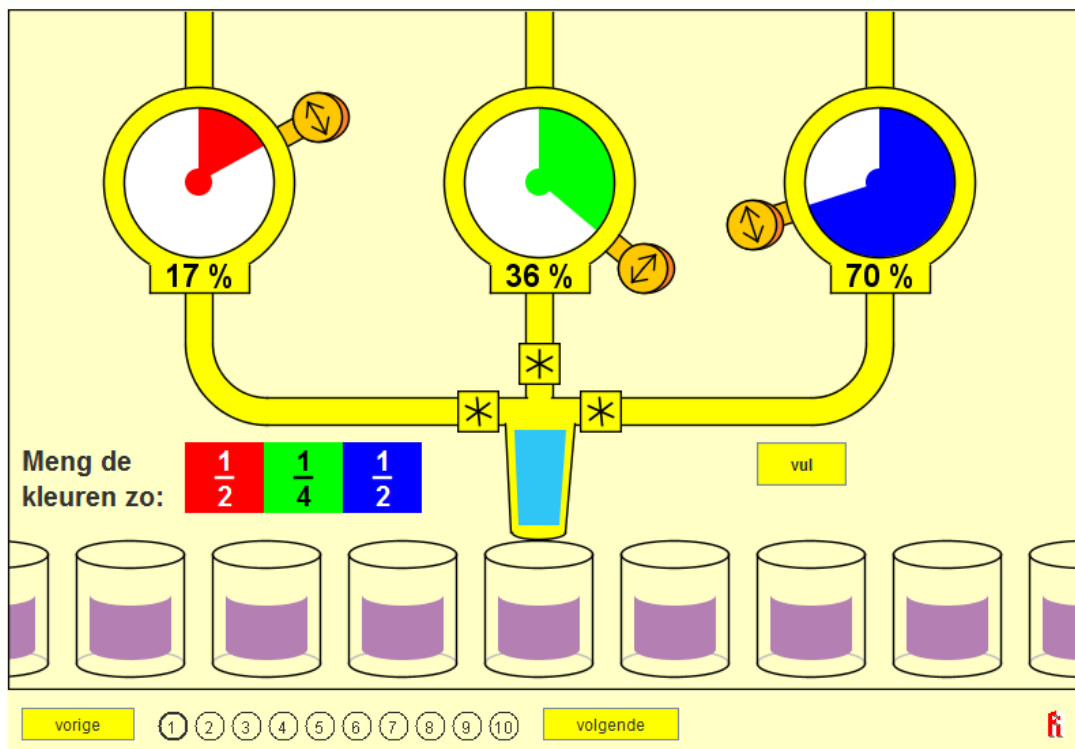
Het gebeurde tijdens het testen meerdere keren dat de tool om onbekende redenen vast liep. Hij reageerde dan nergens meer op. Een refresh van de internetpagina verhielp het probleem, maar zorgde er wel voor dat je opnieuw moest beginnen.

Wanneer het afgelopen is verschijnt er een kleine tekst: 'Hoera, einde spel!! Nieuw spel??', waarnaast een knop 'opnieuw' staat.

2. Verffabriek

Als beschrijving bij dit spel staat de volgende tekst: 'Het leggen van relaties tussen breuken en procenten is belangrijk voor een goede begripsvorming. Een half ($\frac{1}{2}$) ook kunnen zien als 50% zijn belangrijke basisprincipes. In dit spel worden deze relaties spelenderwijs ontdekt.'

Onder deze tekst staat 'speel het spel', maar na een klik hierop gebeurt er niets. Na enig probeerwerk blijkt dat wanneer je [.../spel1.html](#) of [.../spel2.html](#) achter de link zet, dat je dan doorgaat naar het spel. Spel 1 is met breuken, spel 2 is hetzelfde spel, maar dan met procenten.



In de verffabriek zien we een machine met drie hendels, voor elk van de drie basis kleuren rood, groen en blauw. (Verf wordt normaal overigens gemengd met de primaire kleuren cyaan, magenta en geel, vroeger met rood geel en blauw: subtractief. Rood, groen en blauw zijn de kleuren om licht te mengen, oftewel additief. Deze drie kleuren worden in de computerwereld gebruikt voor alles wat op het scherm terecht moet komen. Het is dus niet vreemd dat er hier van deze kleuren gebruik wordt gemaakt.)

Er moeten potjes verf worden gevuld in een specifieke kleur, die al op het etiket staat. De instructie geeft voor elke kleur een breuk, waarna je de hendels op de goede stand moet zetten. Er wordt alleen vermeld hoeveel procent de hendel doorlaat. De kleur in de tuit verandert direct mee met het gekozen mengsel. Als je op 'vul' klikt terwijl de hendels niet goed staan wordt het blik gevuld met de verkeerde verf. Er klinkt een geluidje omlaag. Als elke hendel goed staat worden de blikken verf gevuld met een geluidje om hoog, totdat je op 'volgende' klikt. Zo zijn er tien blikken die gevuld moeten worden. Gebruikte breuken zijn: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{9}{10}$.

Als je de tien blikken gevuld hebt is het spel zonder verdere mededeling ten einde.

3. Eerlijk verdelen

Wanneer je op het derde spel klikt verschijnt onmiddellijk een scherm met keuzemogelijkheden:



Dit spel is van het Freudenthal Instituut, te vinden op het [RekenWeb](#).

[Stel een vraag](#)

Het is de bedoeling dat je hierin kiest hoeveel kinderen er zijn, en daarbij de hoeveelheid van, en het soort snoep dat de kinderen moeten verdelen. Vervolgens klik je op start. Als je direct op start klikt krijg je dus de volgende vraag: 2 kinderen verdelen samen 2 marsen.

Hierna verschijnt een nieuw venster. Bovenaan zien we het gekozen aantal kinderen staan, met elk een eigen kleur. Verder zien we het gekozen aantal snoepjes liggen. Onderaan kan je kiezen voor 'ik wil snijden' of 'ik wil uitdelen'. Bij het uitdelen kan je op een (deel van een) snoepje klikken, en vervolgens op een van de kinderen. Hij krijgt dan de kleur van het betreffende kind. Op die manier kan je de snoep verdelen. Natuurlijk zal het niet precies uitkomen. Dan moet er gesneden worden. Door strepen door de snoepjes te trekken kan je vervolgens de verschillende delen aan verschillende kinderen toewijzen, om zo een eerlijke verdeling te maken.



Dit spel is van het Freudenthal Instituut, te vinden op het [RekenWeb](#).

[Stel een vraag](#)



250132 views
☆☆☆



Dit spel is van het Freudenthal Instituut, te vinden op het [RekenWeb](#).

28 Twee | Software

Vormgeving van het onderzoek

Nu we zijn aanbeland bij een kleine hoeveelheid van drie tools uit elk pakket die hetzelfde doel beogen, namelijk het bevorderen van de vaardigheden van de kinderen op het gebied van breuken. Nu is de vraag wat het verschil is in effect van de beide groepen. Omwille van de schaal van het onderzoek beperk ik mij hier tot het effect van *één keer een half uur* werken met de desbetreffende software. Het effect van vaker ermee aan de slag gaan is natuurlijk groter. Mijn verwachting is dat het effect dat nu te zien is, dan een stuk sterker zou zijn. Om dat te kunnen vaststellen is echter simpelweg meer onderzoek en tijdsinvestering nodig.

Testgroep

Het onderzoek vindt plaats in een groep 8 van een middelgrote basisschool in mijn woonplaats. Ik ken de kinderen geen van allen. De klas is volgens de leerkracht niet opvallend slecht of goed. Elke maandagmiddag heeft deze klas een uur gereserveerd voor computerles. De momenten dat ik mijn onderzoeksactiviteiten met de kinderen ga uitvoeren vallen steeds in dat uur.

De groep bestaat uit 25 leerlingen. Enkele leerlingen konden op één van de drie testmomenten niet aanwezig zijn, onder andere in verband met ziekte. De uiteindelijke groep van leerlingen waarvan ik bruikbare resultaten heb is 21 leerlingen groot. Het aantal leerlingen is vanwege deze omstandigheden niet helemaal evenredig verdeeld tussen AmbraSoft en Rekenweb; AmbraSoft test met twaalf kinderen, en RekenWeb met negen.

Meetinstrument

Om de ontwikkeling van de kinderen in kaart te kunnen brengen in deze periode heb ik een test ontwikkeld, en hiervan drie varianten gemaakt. Zie voor alle drie de varianten in bijlage 3. In deze test onderzoek ik op een aantal vlakken de vaardigheden van de kinderen met breuken. Ik neem de eerste test af twee weken vóór de kinderen gaan oefenen met de software. Met deze 'voortest' onderzoek ik de huidige vaardigheden van elk individueel kind. De week erna kom ik terug en zet ik alle kinderen een half uur aan het werk. De ene helft gaat werken met de geselecteerde tools van AmbraSoft, de andere helft met RekenWeb. Als ze de opdrachten afgerond hebben of als de tijd om is maken ze de tweede variant van de test. Hiermee test ik het onmiddellijke resultaat van het oefenen met de software. Drie weken later kom ik voor de laatste keer langs. Op die middag neem ik de derde variant van de test af. Met deze test onderzoek ik in welke mate het niveau weer achteruit is gegaan sinds de kinderen hebben geoefend.

De tests bestaan uit drie opdrachten. Zie voor de uitwerking in bijlage 3. De eerste opdracht test de vaardigheid van het omzetten van een gegeven breuk in een deel van een cirkel. Het eerste deel vraagt om van een tabel met breuken een cirkeldiagram te maken. Het tweede deel vraagt om van een tabel met getallen een cirkeldiagram te maken. Het derde deel vraagt om een cirkeldiagram om te zetten in een (vereenvoudigde) breuk. Ik doe hier een beroep op het algemene inzicht in de toepassing van breuken, en dan met name in ruimtelijke vorm. In beide tools wordt er (hoewel op verschillende manieren) gebruik gemaakt van de cirkel als vorm om te delen.

De tweede opdracht bestaat uit enkele rijtjes. In de eerste twee rijtjes van vijf breuken moet de breuk worden vereenvoudigd. Dit is een veel abstractere vraag, en doet naast inzicht ook een beroep op eerder opgedane ervaring. Het derde rijtje bestaat uit een opdracht die vrij rechtstreeks uit een

van de gebruikte tools van AmbraSoft komt. Een som met daarin een breuk moet eerst worden omgezet in een andere som, waarna hij eenvoudig is op te lossen. $3\frac{1}{5} : 2$ wordt $\frac{16}{5} : 2$, dat is $\frac{8}{5}$. Ik geef zowel punten voor de tussenberekening als voor het antwoord.

In de derde opdracht test ik het visuele inzicht met betrekking tot breuken. Het eerste deel van de opdracht toont allerlei verschillende geometrische figuren waarvan een deel grijs is gekleurd. De vraag is welk deel er gekleurd is, te antwoorden in een breuk. In het tweede deel van de opdracht vraag ik om een bepaald deel van een figuur te kleuren. AmbraSoft gebruikt in *De Breukenquiz* een vergelijkbaar concept. Daar is het echter meerkeuze, en zijn de gebruikte vormen eenvoudiger. Ik doe in deze vraag nog meer een beroep op het inzicht met betrekking tot wat een breuk is als deel van een geheel. Daar richt RekenWeb met *breuken schenken* zicht ook op.

Mijn doel met deze vormgeving van de test is om de verschillende aspecten van het principe van breuken te kunnen testen. De bedoeling is dat ik (met uitzondering van het tweede rijtje van opdracht 2) geen voordeel geef aan een van beide groepen. Op die manier kan ik bekijken welke invloed het oefenen met de twee tools heeft op de verschillende aspecten van breuken. Elke vraag levert punten op. Ik breng de punten per deelopdracht in kaart, zodat ik ook van de individuele vragen de verschillen in kaart kan brengen. Op die manier kan ik de invloed van de tools op de verschillende kanten van breuken zien.

Mijn verwachting hierin is dat beide groepen een stijging zullen laten zien, omdat beide groepen oefenen met breuken. Op basis van de eerder uitgewerkte theorie lijkt het mij aannemelijk dat de stijging bij RekenWeb echter duurzamer is, dus dat die scores op lange termijn hoger zullen blijven.

Uit de resultaten van de eerste test, de voortest, bleek dat ik sommige vragen wel moeilijk had gemaakt. Met name de eerste opdracht was lastig. Tijdens het maken merkte ik al dat ik het lastig vond om het niveau van de leerlingen in te schatten zonder dat ik de klas kende. Ik heb daarom ook bij het sturen van de test aan de leerkracht gevraagd of dit niveau ongeveer passend was, iets wat hij bevestigde. Achteraf bleek dus dat ik toch iets te hoog had gericht. Aan de andere kant maakt dat de tests als middel niet onbruikbaar. Het meet nog steeds netjes de verandering in de vaardigheden van de leerlingen op het gebied van breuken. Ik heb tijdens het afnemen van de tests steeds benadrukt dat het absoluut geen gevolgen had als de leerlingen fouten maakten, maar dat het alleen van belang was dat ze goed hun best deden. Ik ben me bewust van het feit dat dit voor leerlingen in groep 8 moeilijk te vatten is. Een normale toets moet tenslotte zo goed mogelijk worden gemaakt. Door sterk te hameren op het diagnostische doel van de tests heb ik zoveel mogelijk voorkomen dat kinderen elkaar gingen helpen of bij elkaar gingen afkijken. Dat zou namelijk de resultaten vertroebelen.

Enquête

Op de dag dat de kinderen gaan werken met beide programma's breng ik van tevoren in kaart of de kinderen al bekend zijn met de beide softwarepakketten, en wat ze er op dit moment eventueel voor mening over hebben. Dit doe ik met behulp van een enquête, te vinden in bijlage 4. Ik vraag hierbij zowel naar feitelijke gegevens over de voorkennis met betrekking tot de beide pakketten, als naar de mening van de kinderen over de programma's. Op deze enquête staat eveneens welke stappen de kinderen moeten uitvoeren om bij de bedoelde tools uit te komen. Als ze klaar zijn vraag ik in de enquête ook onmiddellijk achteraf naar hun mening over het gebruikte pakket, of het leuk of niet leuk was, en of ze het moeilijk of makkelijk vonden. Veel kinderen zijn hierbij in meer of mindere mate inhoudelijk ingegaan op de vraag, wat extra informatie opleverde over de manier waarop de

verschillende pakketten op hen overkomen. In de tijd rondom het oefenen en de test heb ik ook mondeling verschillende kinderen bevraagd. Op die manier kon ik doorvragen en zoeken naar de bron van hun ervaringen. Ik heb de kinderen waar mogelijk gevraagd om de punten die daarbij naar boven kwamen nog op te schrijven op de enquête.

Resultaten

Zie voor een volledig overzicht van de resultaten uit de enquête in bijlage 5.

Van tevoren

Praktisch alle leerlingen kenden AmbraSoft al. Ze hebben er eerder in hun schoolloopbaan al wel eens mee gewerkt. Momenteel wordt er niet structureel mee geoefend. Veel kinderen vinden de spelletjes leuk. Sommige kinderen geven aan dat ze het eerst wel leuk vonden, maar nu niet meer zo, of dat het lang geleden is dat ze het hebben gebruikt. Iemand gaf expliciet aan dat hij leren rekenen leuk vond, en iemand anders vond het leuk dat je 'robbie's' kan verdienen.

Van de 21 leerlingen die de enquête hebben ingevuld gaven er zeven aan dat ze RekenWeb kennen. Ook voor RekenWeb geldt dat de meeste leerlingen positief zijn: ze vinden de spelletjes leuk. Twee leerlingen geven aan dat ze het niet zo leuk vonden; een van deze twee had overigens ook aangegeven dat ze AmbraSoft saai vond.

Achteraf

De leerlingen zijn na het oefenen unaniem positief over AmbraSoft. Ze waarderen de afwisseling, de 'soort van filmpjes', het feit dat je 'er echt bij moet nadenken' en dat het leerzaam is. Een ander vond het wel een 'leuke manier, maar soms te makkelijk'. De eerste twee opdrachten vonden veel kinderen makkelijk, maar vooral de laatste werd door veel leerlingen moeilijk gevonden. De reactie 'Als je weet hoe het moet wordt het makkelijk' is tekenend voor de reactie die ik ook mondeling heb gekregen. Eerst breek je je hoofd over hoe het moet, maar als je het eenmaal door hebt is de succeservaring des te groter.

Over RekenWeb zijn de meningen erg verdeeld. Een groepje van vier leerlingen is negatief, gebruikt het woord 'kinderachtig' en vindt dat het vaag is en niet goed wordt uitgelegd, maar tegelijk zijn de opdrachten 'veel te makkelijk voor groep 8' en 'super simpel'. In de mondelinge feedback bleek dit uit een groepje meiden te komen, die helaas niet echt de volledige omvang van de spellen had ontdekt. Anderen zijn milder en vinden de opgaven soms 'interessant', soms niet. Uiteindelijk zijn de meningen redelijk gelijkmatig verdeeld, met een kleine meerderheid voor 'niet zo leuk'. Bijna alle kinderen vonden het echter wel grotendeels goed te doen.

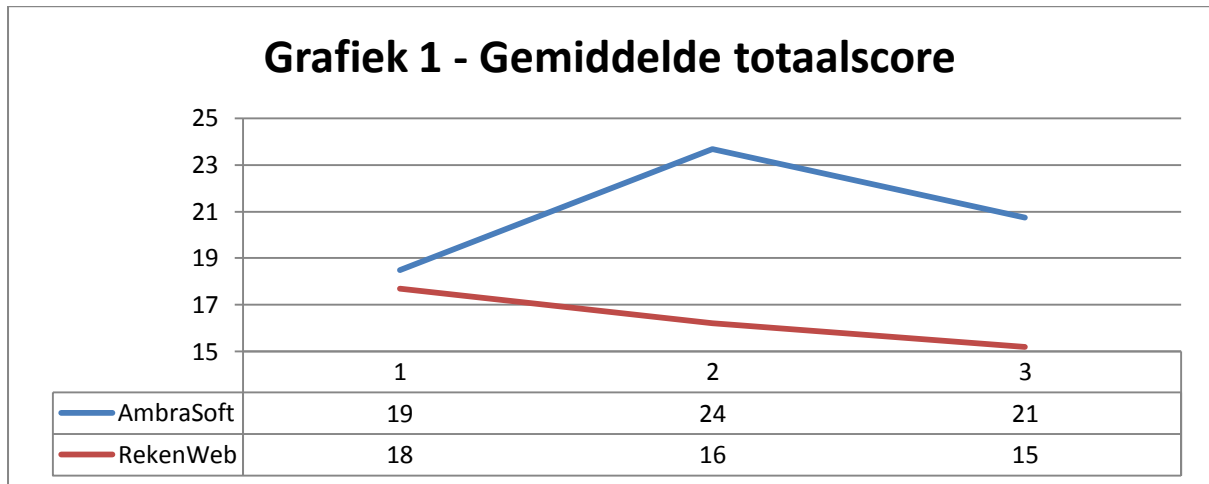
Resultaten op korte en lange termijn

Doordat de tests op dezelfde manier zijn opgezet zijn er allerlei verschillende manieren om de resultaten in kaart te brengen. Per opdracht is er een maximaal aantal goede antwoorden te geven. Ik heb per vraag dan ook bij iedereen een aantal punten toegekend. Alle resultaten per leerling per vraag zijn te vinden in de tabellen in bijlage 6.

In dit hoofdstuk wil ik een eerste interpretatieslag maken door de cijfers op enkele verschillende manieren weer te geven. Ik verbind hier echter nog geen conclusies aan, ik geef slechts de resultaten.

Gemiddelde leerling, totale score

Ik neem de gemiddelde score van beide groepen over alle drie de tests en zie wat het verloop daarin is. Wanneer we dat in een grafiek tekenen zien we het volgende:



In deze en volgende grafieken ziet u steeds een tabel met de relevante getallen, in dit geval de berekende gemiddelde totaalscores van beide groepen op de drie opeenvolgende tests. Daarboven ziet u een visuele weergave van deze getallen.

Zoals u in grafiek 1 kunt zien is het uitgangspunt van beide groepen bijna gelijk. De groep die met RekenWeb gaat oefenen scoort iets minder, maar het scheelt niet veel.

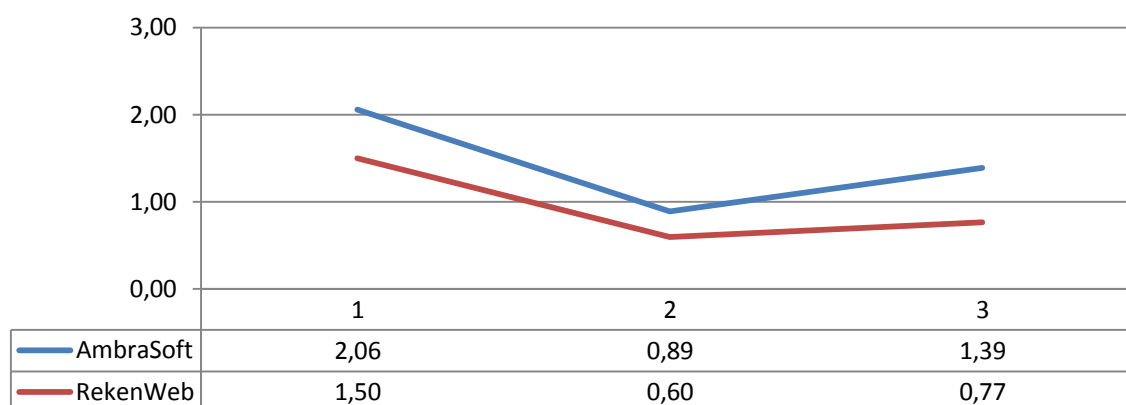
Na het werken met de software gaat de gemiddelde score van de leerlingen die hebben geoefend met AmbraSoft in eerste instantie aanmerkelijk omhoog. Na drie weken, bij test 3 zijn de scores weer een stuk gezakt. Ze zijn echter nog steeds zichtbaar hoger dan bij test 1, de beginsituatie.

De scores van de kinderen die hebben geoefend met RekenWeb gaan consequent omlaag. Na de oefenmiddag scoren ze gemiddeld ongeveer 0,4 punt lager dan voor het oefenen. Ook drie weken later ligt de score weer lager. Deze resultaten zijn verrassend en interessant te noemen. In het volgende stuk zal ik proberen dit beeld op verschillende te verhelderen .

Gemiddelde leerling, score per opdracht

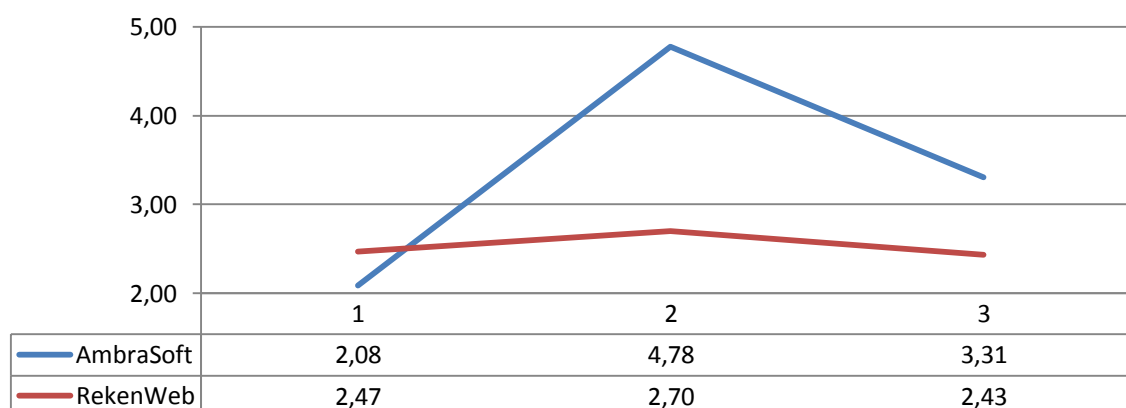
Ik blijf de scores van de leerlingen per groep middelen. Een groep van ongeveer tien leerlingen kent altijd uitschieters, maar ik probeer die op deze manier door de rest te laten corrigeren. Hoe groter de testgroep, hoe minder invloed een individu heeft op het gemiddelde, maar daar heb ik natuurlijk niet de beschikking over. Ik kan echter wel de scores per opdracht uitsplitst.

Grafiek 2.1 - Gemiddelde score opdracht 1



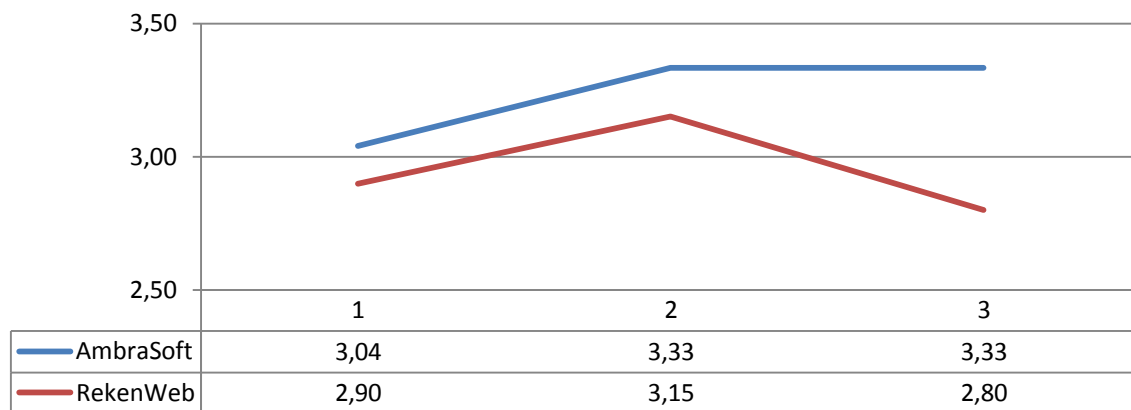
Bij opdracht 1 zien we een redelijk sterke daling *direct na* het oefenen met de software, zowel voor de AmbraSofters als de RekenWebbers. In test 3 krabbelt de score wel weer iets op, maar het haalt niet meer het niveau van test 1. Zoals u in de andere twee grafieken ook terug zult zien, is het deze opdracht die ervoor zorgde dat de gemiddelde totaalscore van de RekenWebbers omlaag ging. De stijging bij de andere twee opdrachten weet deze daling voor RekenWeb niet naar boven om te buigen, terwijl dat bij AmbraSoft wel het geval is. Het verschil wordt echter niet in deze vraag gemaakt. De sterke daling geldt tenslotte voor beide groepen. Het is de stijging bij de andere vragen, die bij AmbraSoft sterker is, en die uiteindelijk het verschil maakt in de gemiddelde totaalscores.

Grafiek 2.2 - Gemiddelde score opdracht 2



Bij opdracht 2 zien we een duidelijk stijging in de score van de kinderen die hebben geoefend met AmbraSoft. Ook de leerlingen die hebben geoefend met RekenWeb scoren hoger, alhoewel de stijging een stuk minder is dan bij AmbraSoft. In deze opdracht wordt ook gevraagd naar een specifieke tussenberekening, iets wat alleen terugkwam in AmbraSoft. Omdat deze vraag zo specifiek is, lijkt het onwaarschijnlijk is dat de RekenWebbers hier iets over hebben geleerd tijdens het oefenen. Daarom heb ik ook de scores berekend zonder de tussenberekening. Dit maakte echter vrijwel geen verschil.

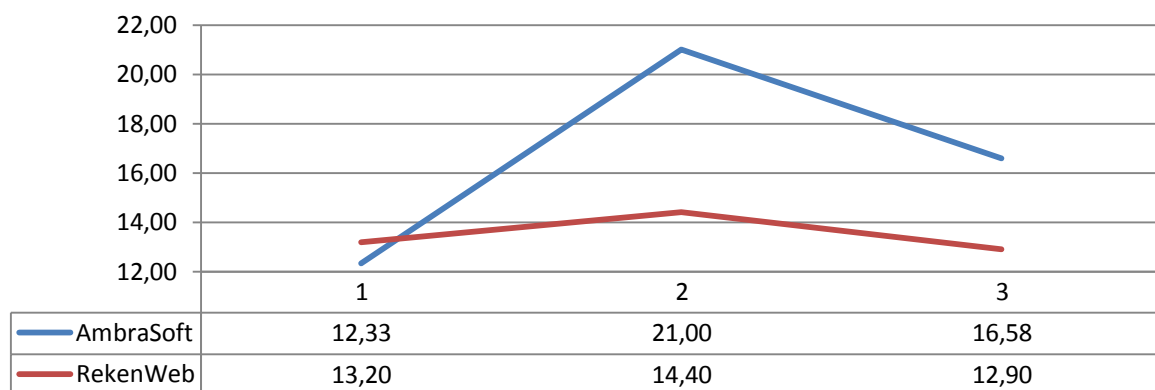
Grafiek 2.3 - Gemiddelde score opdracht 3



Bij de derde opdracht zien we in eerste instantie een optimistische stijging, zowel voor AmbraSoft als voor RekenWeb. Op de lange termijn lijkt deze ontwikkeling in vaardigheid bij de AmbraSofters langer te blijven hangen dan bij de RekenWebbers. Die eindigen gemiddeld dus zelfs lager dan ze begonnen.

Uit de voorgaande grafieken blijkt dat opdracht 1 een zware wissel trekt op de totaalscore. Deze opdracht was duidelijk iets te hoog gegrepen voor de testgroep. Het resultaat daarvan was dat de RekenWebbers zelfs geen stijging lieten zien op korte termijn. Omdat opdracht 2 en 3 in die zin een meer typisch beeld schetsen van de score wil ik ook de gemiddeldescore van beide groepen naast elkaar zetten zonder dat opdracht 1 mee wordt gerekend.

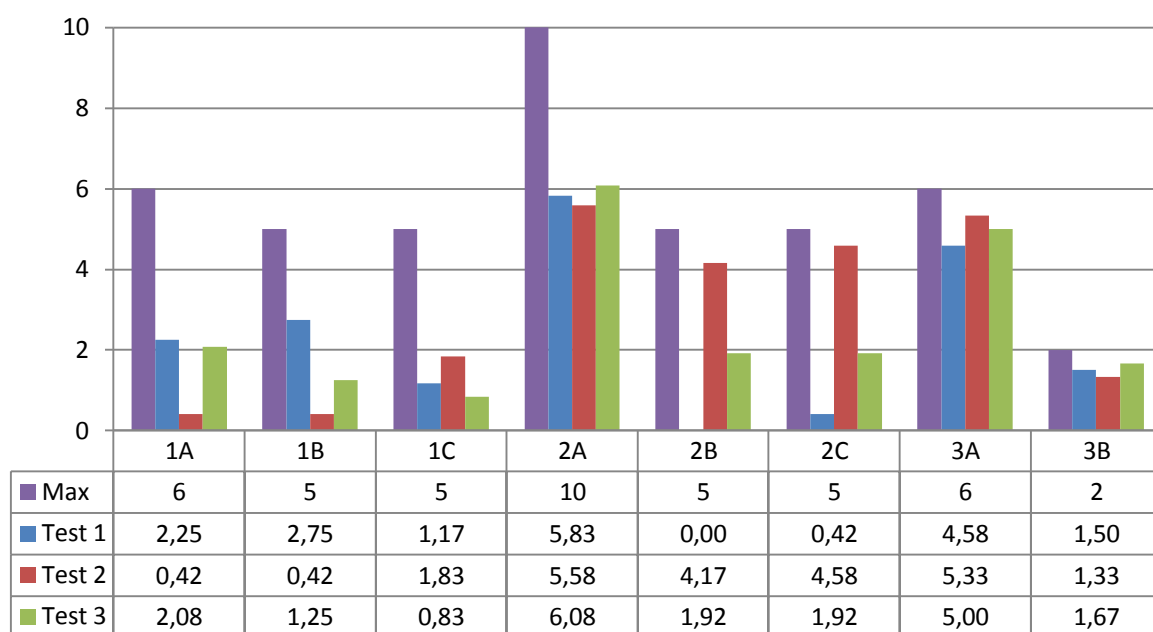
Grafiek 2.4 - Gemiddelde score opdracht 2 en 3



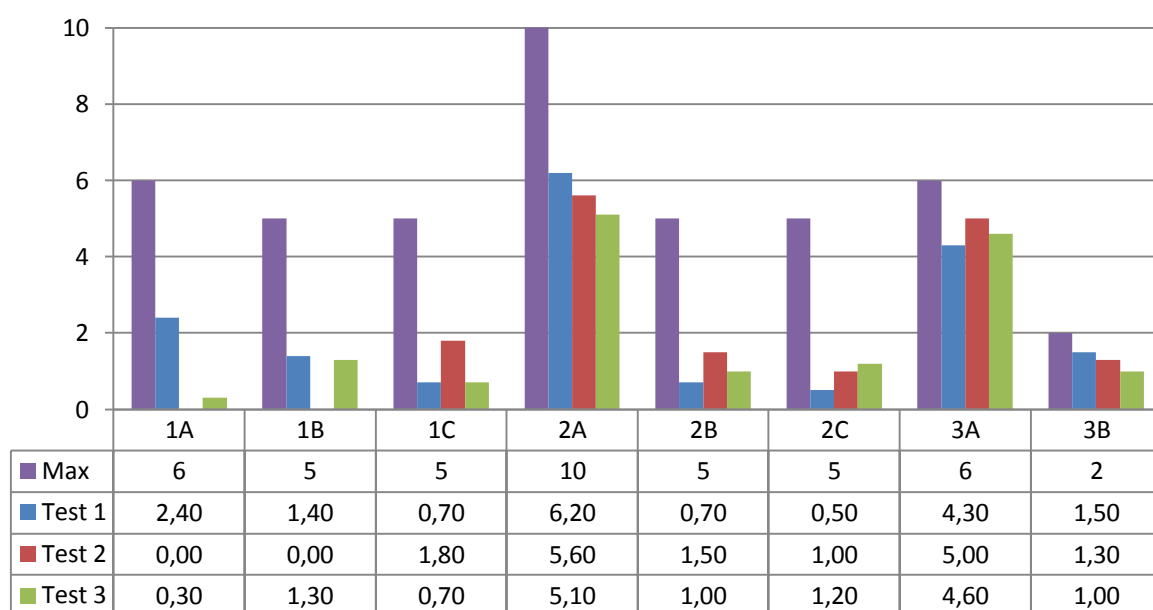
Deze grafiek volgt per groep meer de lijn der verwachting. De gemiddelde score op deze twee opdrachten stijgt bij beide groepen na het oefenen. Op lange termijn zakt de score weer. Wat echter niet in lijn der verwachting is, is de *mate* van stijging en daling. Opmerkelijk is dat de AmbraSofters aanvankelijk iets lager scoren, maar een veel grotere stijging vertonen op korte termijn. In de periode daarna daalt het niveau bij beide groepen weer. Bij AmbraSoft is deze daling sterker. Toch scoort deze groep op de lange termijn-test nog aanzienlijk hoger dan bij hun begintest. De RekenWebbers eindigen juist iets onder hun eigen startpunt, met een lichte stijging op korter termijn, maar weer een daling op lange termijn.

De drie opdrachten heb ik ook onderverdeeld in subvragen, zoals u ook in bijlage 6 ziet. Om te zien wat de gemiddelde score voor elke deelvraag is, staan hieronder de grafieken hiervan.

Grafiek 2.5 - Gemiddelde score - AmbraSoft



Grafiek 2.6 - Gemiddelde score - RekenWeb

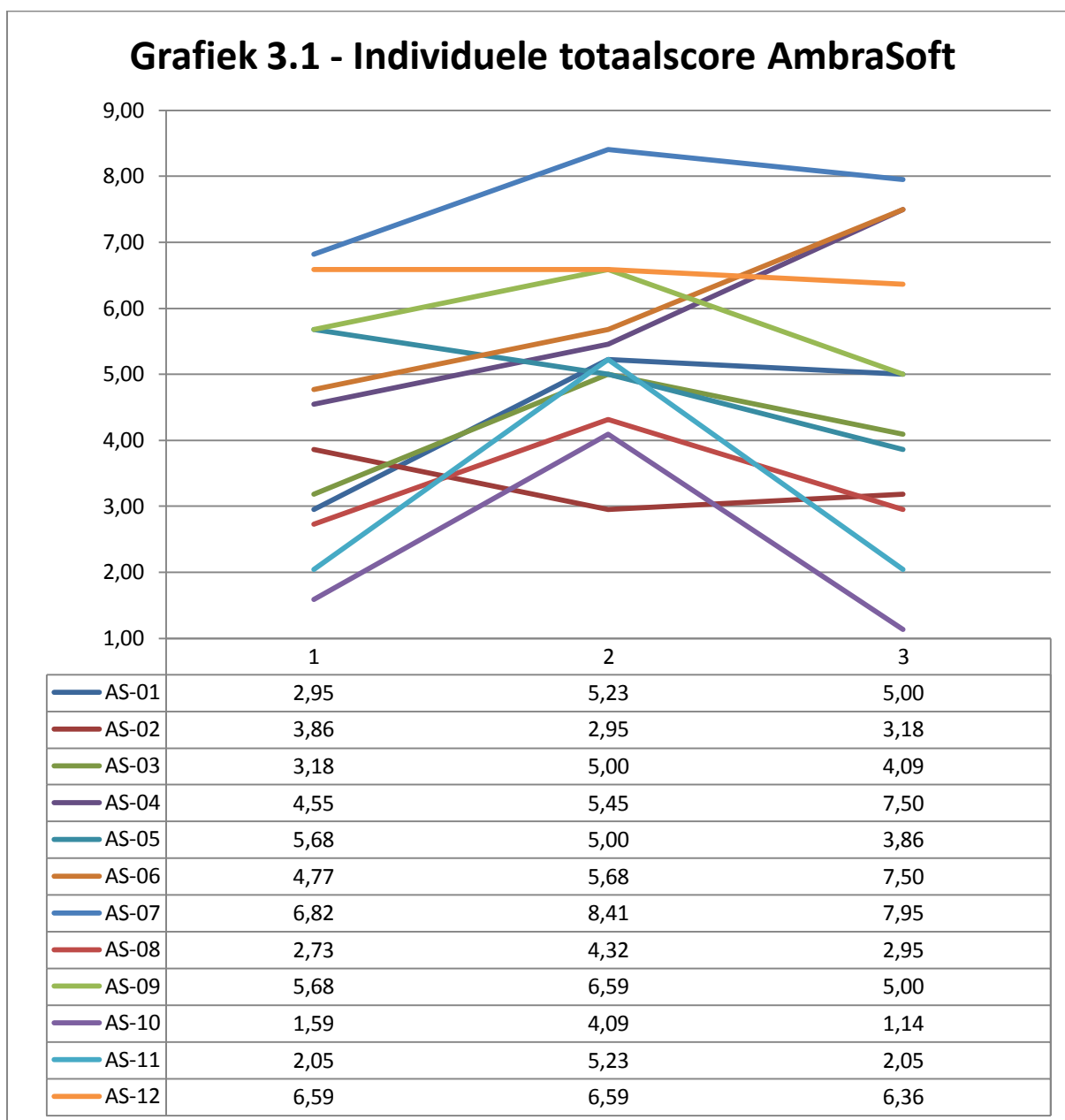


Voor opdracht 1 is nu heel duidelijk te zien dat met name in test 2 vraag 1A en 1B door bijna niemand iets is gescoord. Welgeteld één leerling, een AmbraSofter heeft daar toen punten gehaald. Vraag 1C was kennelijk iets beter te doen, want daar is aan beide kanten hoger gescoord.

Verder valt op dat Bij vraag 2B en 2C in test 2 hoge ogen wordt gegooid door de AmbraSofters. Dat was te verwachten omdat die vraag vrij letterlijk terug kwam in hun oefening. Deze winst neemt echter wel weer met ongeveer de helft af op lange termijn. Zowel de resultaten van vraag 1C en 2A als die van vraag 3A en 3B zien er bij de beide groepen overwegend hetzelfde uit.

Individuele totaalscore

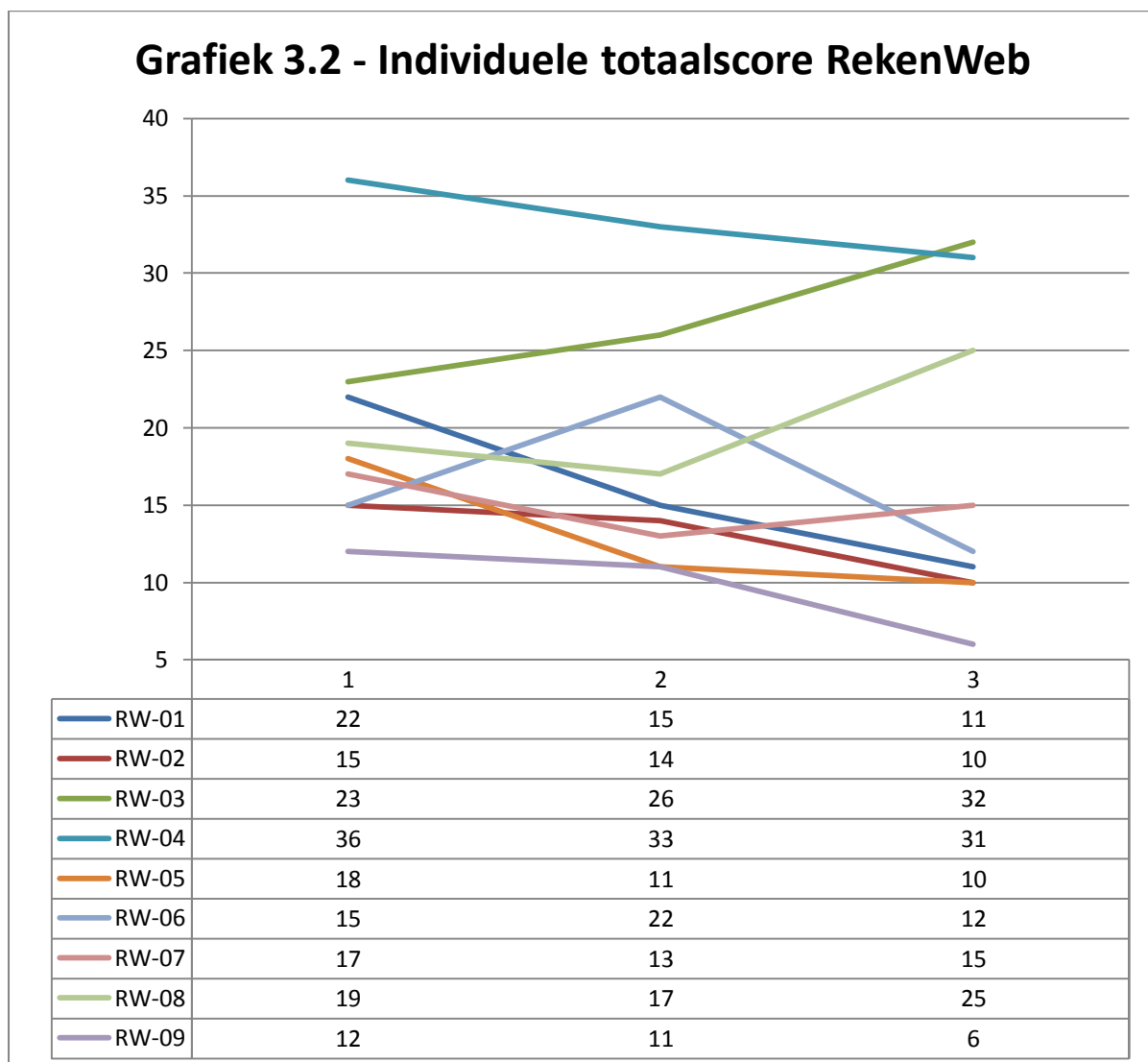
Om meer te kunnen zeggen over de specifieke plek waar de gemiddelde score voor- of achteruit gaat stap ik over op het vergelijken van de individuele deelnemers. Misschien kunnen we zo duidelijk krijgen op welke punten het 'mis' gaat. De grafiek van de individuele totaalscore's zien er als volgt uit:



Bij deze grafiek ziet u dat er veel lijnen zijn die min of meer lijken op die van de gemiddelde totaalscore: eerst omhoog, daarna weer omlaag. Er zijn echter ook uitzonderingen op deze regel. De verschillende lijnverlopen wil ik als volgt typeren:

- Eerst stijgend, dan weer dalend 7 leerlingen (01, 03, 07, 08, 09, 10 en 11);
- Steeds stijgend 2 leerlingen (04 en 06);
- Steeds dalend 1 leerling (05);
- Ongeveer gelijk blijvend 1 leerling (12);
- Eerst dalend, dan weer stijgend 1 leerling (02).

Het merendeel van 9 leerlingen vertoont een merkbare stijging na de oefening. Van 7 van deze leerlingen nemen de totaalscores op lange termijn weer af.



In deze grafiek ziet u een wat ander beeld. Op het eerste gezicht zijn hier niet echt duidelijke trends in te zien. Daarom ook hier een overzicht van de verschillende lijnverlopen:

- Steeds dalend 5 leerlingen (01, 02, 04, 05 en 09)
- Eerst dalend, dan weer stijgend 2 leerlingen (07 en 08)
- Steeds stijgend 1 leerling (03)
- Eerst stijgend, dan weer dalend 1 leerling (06)

Omdat eerder al bleek dat opdracht 1 de resultaten zwaar negatief beïnvloedde heb ik ook de grafieken bekeken met alleen de totaalscores van opdracht 2 en 3. Dat zorgde echter niet voor een wezenlijk ander beeld. Bij AmbraSoft werd het patroon van stijgen-dalen nadrukkelijker. Bij RekenWeb veranderden met name in de eerste stap enkele lichte dalers in lichte stijgers.

In het volgende hoofdstuk zal ik ingaan op de punten die hierboven zijn opgemerkt met betrekking tot de verschillen en overeenkomsten in de resultaten.

In het vorige hoofdstuk hebt u de resultaten van het praktijkonderzoek kunnen lezen. Op sommige punten zijn die resultaten conform verwachting, maar op andere punten zijn ze opmerkelijk. Ik zal hieronder enkele gevolgtrekkingen maken uit de resultaten, de oorzaken verkennen en eventuele conclusies hieruit trekken.

Opdracht 1

Zoals grafiek 2.1 toon valt allereerst op dat bij test 2 alle kinderen aanmerkelijk lager scoren dan bij test 1. Op de lange termijn trekt de score weer wat bij, maar het oude niveau wordt door beide groepen niet meer gehaald. Als we de drie onderdelen van opdracht 1 uit elkaar halen, zoals in grafiek 2.5 en 2.6, zien we dat dit effect niet bij elk onderdeel plaatsvindt.

1A en B: Opmerkelijk scoreverloop

De eerste twee delen van deze vraag laten echter zonder twijfel dat er op dit onderdeel in de tweede test aanmerkelijk minder is gepresteerd. Zoals u zag in grafiek 2.1 geldt dit voor beide groepen. Het is dus niet zo relevant voor het onderzoek, dat juist de verschillen wil duiden. Toch wil ik voor de volledigheid en duidelijkheid enkele mogelijk oorzaken noemen.

Verwarring

Als we kijken naar de test enerzijds, en de stof waar mee geoefend is anderzijds, is bij opdracht 1 het verband niet zo makkelijk te leggen. Het gaat beiden over breuken, maar daar houdt de vergelijking ook op. Dit was ook mijn bedoeling met deze vraag: uitzoeken wat de ontwikkeling is van de algemene vaardigheden met betrekking tot breuken. De vraag doet een beroep op de vaardigheden met het meetkundige aspect van (de visuele weergave van) breuken (A, B), het omzetten van een deel van een geheel naar een breuk (B), en het aflezen van een breuk uit een cirkeldiagram (C). Deze vaardigheden kwamen in de oefenstof in allerlei variaties ook wel terug, zoals bij de taarten in AmbraSofts Feestje en bij de verfmengmachine in RekenWeb. Maar de vraag die hierbij werd gesteld was weer heel anders. De leerlingen hadden wellicht verwacht dat de vragen die ze wellicht eerst nog niet snapten, na het oefenen wel duidelijk zouden zijn. Ze herkenden echter in de vraag niets van hun oefenstof van de computer. Dit zou voor verwarring gezorgd kunnen hebben, waardoor de score over de hele lijn aanmerkelijk lager uitviel bij test 2. Bij test 3 waren ze voorbereid op de vragen, en scoorden ze dus weer wat beter. Dit kan verklaren waarom het beeld bij opdracht 2 en 3 meer conform verwachting is: meer herkenning en duidelijker wat er wordt gevraagd.

Moment van toetsing

De oorzaak van het genoemde verschijnsel kan ook gezocht worden in externe factoren. De eerste test viel voor de voorjaarsvakantie. De kinderen zijn gewend aan schoolwerk, de stof van de afgelopen weken ligt vers in hun geheugen. Een week na de vakantie kwam test 2. De kinderen waren misschien nog niet helemaal weer in hun vaste routine, en scoorden daarom lager. Drie weken later scoren ze weer wat hoger, hoewel het niveau nog niet is zoals eerst.

Manier van toetsing

Tenslotte kan een oorzaak gevonden worden in de manier van toetsing. De eerste keer dat een dergelijke toets wordt gehouden is het nieuw voor de kinderen. De leerkracht heeft deze test nog zelf bij de kinderen afgenomen. Het is waarschijnlijk dat er meer tijd is gegeven om de vragen te maken dan voor de andere twee tests. Het is ook voor de leerkracht en voor mij even aftasten hoe de

test 'valt' in de klas, en we moeten juist die eerste keer flexibel hierop inspelen op. Wellicht is er dan ook iets meer uitleg en hulp over deze vraag geweest.

Bij test 2 is het mogelijk dat er juist relatief weinig tijd is gegeven voor het maken van de toets. Met alle praktische organisatie en uitleg erbij waren we die middag tenslotte al ruim een half uur bezig met alleen het oefenen. Daarna moest de test nog gemaakt worden, en uiteraard stond er nog meer op het programma die middag. Kortom, er was een hogere tijdsdruk. Niet alle kinderen waren even snel klaar met het oefenen. De snelle kinderen hadden relatief veel tijd voor de test. Maar juist de langzamere kinderen, zij die relatief meer tijd nodig hebben, hadden minder tijd. Ik merkte tijdens mijn observatie dat de kinderen de vragen niet op volgorde maakten. Ze begonnen veelal bij opdracht 2 of 3, omdat ze die snapten. Daarna volgde natuurlijk vraag 1. Ook binnen opdracht 1 deden veel kinderen eerst C, omdat ze die makkelijker vonden. Een aantal kinderen maakte ook onnodig veel werk van het mooi tekenen en kleuren, waardoor ze de opdracht als geheel niet af kregen.

Bij test 3 was er minder tijdsdruk, maar zoveel aandacht en uitleg als bij test 1 was er niet, en was ook in principe natuurlijk niet nodig. Wellicht heeft dit gegeven echter dus wel effect gehad op de scores van opdracht 1.1C: afwijkend.

Wat daarom misschien nog wel opvallender is: opdracht 1C vertoont juist een tegenovergesteld effect als vraag 1A en 1B, zie grafiek 2.5 en 2.6. Waar 1A en 1B hoog scoren bij de eerste test, laag scoren bij de tweede test en enigszins opkrabbelen bij de derde test, wordt er op vraag 1C juist bij test 2 hoger gescoord. Zoals ik hiervoor al noemde, deden veel kinderen eerst opdracht 2 en 3, en vervolgens 1C, om daarna niet eens toe te komen aan A en B. Blijkbaar heeft iets er wel voor gezorgd dat alle kinderen, zowel de AmbraSofters als de RekenWebbers bij test 2 beter scoorden bij het extraheren van een breuk uit een cirkeldiagram, om bij test 3 weer op het oude niveau terug te keren. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat een dergelijk vraag juist in de voorgaande week met rekenen voorbij is gekomen.

Opdracht 2

Opdracht 2 is meer een opdracht in de klassieke vorm, zoals de kinderen die ook in hun rekenmethode regelmatig terugvinden. Op vraag 2A wordt ook over de hele rij redelijk hoog gescoord (rond 6), zie grafiek 2.6. Bij opdracht 2B en 2C wordt er in eerste instantie heel laag gescoord. Na het oefenen, bij test 2 schieten met name bij AmbraSoft de scores omhoog, om bij test 3 echter weer een stuk af te nemen. Bij RekenWeb liggen de scores van de drie tests veel dicht bij elkaar, maar ook veel lager. Er is wel een klein beetje winst te zien bij test 2 en 3.

2A: Vergelijkbare score

Vraag 2A bestaat uit twee rijtjes met breuken die vereenvoudigd moeten worden. Deze vraag vergt inzicht in de opbouw van een breuk. De gemiddelde score ligt bij beide groepen steeds rond de 6, op een maximum van 10. Bij RekenWeb is er een hele lichte, maar consequente afname in score te zien. De resultaten liggen echter nog erg dicht bij elkaar. Dit wijst erop dat het oefenen met beide softwarepakketten zowel op korte als op lange termijn geen noemenswaardig positief of negatief effect heeft gehad op de scores. Deze vaardigheid wordt gewoonweg tot op een bepaald niveau beheerst door de leerlingen.

2B: Strategie geleerd

Het onderste rijtje ziet er in eerste instantie ook als een gewoon rijtje uit. Hij vraagt echter naar een specifieke strategie, die eigenlijk alleen de AmbraSofters na het oefenen goed zouden kunnen beantwoorden. Hij wordt hen aangeleerd bij de derde tool, het feestje. De score voor de tussenberekening is 2B, en het eigenlijke antwoord van de som wordt dan 2C. Op die manier kan ik zien of een RekenWebbers eventueel zonder de specifieke tussenberekening toch het antwoord vindt. Ik heb deze vraag er onder andere ook ingestopt om te zien wat het effect op lange termijn is van een op deze manier snel aangeleerde strategie.

Het effect van het oefenen is bij deze vraag duidelijker dan waar dan ook: in eerste instantie scoren beide groepen weinig tot geen punten, zowel bij 2B als bij 2C. Een enkeling heeft door welk antwoord er wordt gevraagd, en twee leerlingen (RekenWebbers) weten ook enkele tussenberekeningen juist in te vullen. Direct na het oefenen is het beeld heel anders. Vrijwel alle AmbraSofters vullen nu zowel de tussenberekening als het antwoord juist in. Één leerling begrijpt de tussenberekening niet, maar vult wel consequent het juiste antwoord in, en één leerling snapt de hele som niet. Aan de kant van de RekenWebbers gebeurt eigenlijk juist vrij weinig. Er is één leerling bijgekomen die de hele som begrijpt. Het grote merendeel komt er nog steeds totaal niet uit. Bij test 3 blijkt echter dat het succes van AmbraSoft niet al te duurzaam is. De scores van zowel 2B als 2C zijn meer dan gehalveerd, en komen zo weer een stuk dichterbij de buurt van RekenWeb. Uit deze resultaten blijkt dat een dergelijk kortstondige training in een specifieke strategie wel erg effectief is op de korte termijn, maar dat het resultaat op de lange termijn veel minder is.

Natuurlijk is het niet realistisch om te denken dat een onbekende strategie met een klein half uurtje oefenen ineens duurzaam bij de kinderen is geïnterneerd. Overigens wordt er met 'nog even kort leren' vlak voor een toets wel vaak gebruik gemaakt van dit effect. Wat AmbraSoft met het aanleren van deze strategie echter niet doet, is duidelijk uitleggen wat er precies gebeurt bij de verschillende stappen. Als de kinderen weten op welke manier ze tot de tussenberekening moeten komen is het voldoende. Waarom dat zo werkt wordt niet duidelijk. Daardoor heeft deze strategie op deze manier meer weg van een truukje. Het ontbreken van een fundament van begrip helpt in elk geval niet mee om de korte training te laten 'beklijven'.

Opdracht 3

Bij opdracht 3 treedt er ook een in eerste instantie wat merkwaardig verschijnsel op. Zoals u ziet in grafiek 2.3 stijgt bij beide groepen de score na de eerste test. Bij de AmbraSofters blijft deze hogere score exact gelijk op lange termijn. Bij de RekenWebbers neemt hij echter weer af, tot onder het startniveau.

3A: stijging, daling

Als we de totaalscore van opdracht 3 uitsplitsen in twee deelvragen 3A en 3B (grafiek 2.5 en 2.6) zien we bij vraag 3A dat er heel weinig verschil zit tussen de beide groepen, in het verloop van de gemiddelde score. Ze beginnen beide bij een gemiddelde score van rond de 4,5. Deze score stijgt ongeveer 7 à 8 tiende punt. Daarna neemt het weer ongeveer 4 tiende punt af. Na het oefenen scoren de kinderen onmiskenbaar dus iets hoger, waarna op lange termijn de score weer wat afneemt. De verschillen zijn niet groot, maar ze treden wel bij beide groepen op.

In alle drie de tests was opdracht 3A qua moeilijkheidsgraad vergelijkbaar. Het ligt dus niet voor de hand om de oorzaak in de vraag zelf te zoeken. Het is mogelijk dat de leerlingen de vraag de tweede keer herkenden, dus beter wisten wat ze moesten doen. Dat verklaart echter niet waarom het na drie

weken weer minder wordt. Blijkbaar heeft het voor beide groepen toch geholpen dat ze een half uurtje met breuken in de weer zijn geweest met behulp van de software, ongeacht welk pakket.

3B:

Merkwaardig genoeg vertoont opdracht 3B wat anders. Bij beide groepen neemt de score iets af bij test 2. Bij AmbraSoft neemt het daarna weer iets toe, bij RekenWeb juist nog iets af. Het is echter wel goed om bij deze deelvraag op te merken dat hij slechts bestaat uit twee 'sommen'. Een eenvoudig foutje van een individuele leerling heeft op deze manier al een relatief grote invloed op het gemiddelde, terwijl dat niet direct wil zeggen dat de leerling de vraag ook echt niet beheerst. Dat in aanmerking genomen denk ik niet dat de verschillen in scores bij vraag 3B verstrekkende conclusies kunnen ondersteunen.

Het feit dat de score van de AmbraSofters bij 3B twee maal stijgt is wel de reden dat hun totaalscore van opdracht 3 gelijk blijft op korte en lange termijn. Dat wil dus niet zeggen dat de leerlingen opdracht 3A en 3B precies even goed hebben gemaakt, maar dat de som gelijk blijft. Als met al liggen de scores echter zowel tussen de verschillende tests als tussen de verschillende groepen behoorlijk dicht bij elkaar.

Samenvattende analyse

De gemiddelde totaalscore zoals in grafiek 1 is natuurlijk opgebouwd uit vele onderdelen. Deze onderdelen vertonen soms heel verschillende patronen.

Tijd

Een onderdeel dat sterke invloed uitoefend op de gemiddelde totaalscore is opdracht 1. Bij opdracht 1A en 1B valt erg op dat de gemiddelde score van test 2 veel lager uitvalt dan die van test 1 en 3. Daar zijn verschillende oorzaken voor te suggereren, maar de waarschijnlijkste lijkt te zijn dat deze vragen erg lastig waren voor deze leerlingen, en dat ze juist bij test 2 relatief weinig tijd hadden om hier grondig naar te kijken. Die veronderstelling wordt ondersteund door het feit dat een groot deel van de leerlingen bij test 2 niets of vrijwel niets heeft ingevuld bij 1A en 1B.

Algemene training

Vraag 1C was beter te doen. De gemiddelde scores bij deze vraag vallen in test 2 juist bij beide groepen wat hoger uit, om bij test 3 weer terug te vallen. Dit effect zien we ook bij opdracht 3. Deze vragen wijzen naar de conclusie dat het oefenen met de beide softwarepakketten, ongeacht hoe en met welk pakket, een positieve invloed heeft op de vaardigheden op algemeen breukengebied.

Eerdere vaardigheden

Opdracht 2A is een opdracht die ze ook in de methode regelmatig langs zien komen: het vereenvoudigen van breuken. De scores wisselen wel iets, maar het lijkt er niet op dat dit wordt beïnvloed door het oefenen met de software. Beide groepen scoren direct na het oefenen namelijk juist iets lager. Waarschijnlijker is het dat deze lichte fluctuaties worden veroorzaakt doordat de gekozen breuken net iets moeilijker of makkelijker waren.

Specifieke training

Dan blijven opdracht 2B en 2C over. Bij deze opdrachten is juist een groot verschil te zien tussen de groep van AmbraSoft en die van RekenWeb. De RekenWebbers scoren in test 2 wel iets beter, wellicht toe te schrijven aan bovengenoemde factor algemene training. De AmbraSofters scoren echter aanzienlijk veel beter. Dit was volgens verwachting: zij hebben deze specifieke vraag immers

ook geoefend. Het is echter wel tekenend dat de score op lange termijn weer tot minder dan de helft afneemt. Als we dit extrapoleren kunnen we vermoeden dat een op deze manier aangeleerde strategie dus niet zo duurzaam is.

Algemene punten

Als we ook de resultaten uit de enquête en de uitkomsten van de gesprekjes bekijken, dan valt het op dat de kinderen die geoefend hebben met RekenWeb daar achteraf niet allemaal zo positief over waren, terwijl AmbraSoft juist hoog werd gewaardeerd.

Vormgeving

AmbraSoft was door meer kinderen al gebruikt dan RekenWeb. Dat gegeven had ervoor kunnen zorgen dat het nieuwtje er wel af was en dat ze het nu vooral saai zouden vinden. Dat bleek echter niet het geval. Mogelijk verwachtten de kinderen die met RekenWeb gingen werken dat het net zoiets was als AmbraSoft. In dat geval zullen ze best even hebben moeten schakelen. Ook dat kan invloed hebben gehad op een wat negatief sentiment jegens RekenWeb.

Uitleg

De insteek van beide programma's is zeer verschillend, niet alleen inhoudelijk maar ook in de uiterlijke vormgeving en de structurering van het programma. Waar AmbraSoft duidelijk en consistent de leerling stapje voor stapje bij de hand neemt, is de uitleg bij RekenWeb juist summier. Dat is natuurlijk zo bedoeld, maar zorgde er tegelijk wel voor dat de kinderen te weinig handvatten hadden en daarom klaagden over de onduidelijke uitleg.

Beloning

Wat ook bijdroeg aan de onduidelijkheid was het gebrek aan een beloning. Bij AmbraSoft wordt op verschillende manieren beloond. In het klein na elk goed getal (het wordt groen, er klinkt een geluidje), door mondelinge beloning en na een opdracht door het krijgen van een 'Robbie'. Dat is iets wat erg bij het behaviorisme hoort. Het maakt echter ook duidelijk dat het spel is afgelopen en dat het eindresultaat goed was.

RekenWeb beloont maar heel inconsequent en summier. De beloning zit bij Onderzoekend Leren meer in de eigen trots dat de leerling een goed eindresultaat heeft gehaald. Dan moet het echter wel duidelijk zijn dat het spel voorbij is, en dat het resultaat goed was. Dat was lang niet altijd duidelijk, en dat liet de leerlingen soms met een wat onbestemd gevoel achter.

Samenvatting en conclusie

In dit onderzoek heb ik geprobeerd om een antwoord te geven op de volgende vraag:

Is er een verschil in leerrendement bij educatieve software voor rekenen wanneer gewerkt wordt vanuit een behavioristische aanpak of juist op een onderzoekende manier, en hoe zijn eventuele verschillen te verklaren?

Een | Behaviorisme en Onderzoeken leren

Als begin van dit onderzoek heb ik mij verdiept in de achtergronden van het Behaviorisme en het Onderzoekend leren. Het **Behaviorisme** is een manier van leren die uitgaat van een schema van regels, zoals in de Operante conditionering die B.F. Skinner beschrijft. Er gebeurt iets: een Stimulus. De leerling reageert daarop: de Respons. De reactie heeft een bepaalde Consequentie. Operante conditionering bestaat daaruit om met behulp van positieve en negatieve consequenties de toekomstige reacties van de leerling te beïnvloeden. Het is minder belangrijk op welke manier het gebeurt, als het leren maar effect heeft. Het huidige onderwijs vertoont veel kenmerken van die manier van denken. Er ontstond echter met het werk van psychologen als Vygotski en Piaget een bredere kijk op leren: het **Onderzoekend leren**. Zij betogen dat het leren iets is dat kinderen al vanaf hun eerste dagen doen door dingen te onderzoeken. Daarvoor wordt er een beroep gedaan op de nieuwsgierigheid van het kind. Als het onderwerp betekenisvol en aansprekend is gaat een kind vragen stellen, voorspellen, uitproberen, en zo uiteindelijk leren. Op deze manier zal er op een dieper en duurzamer niveau geleerd worden.

Twee | Software

Om deze beide theorieën concreet te maken heb ik in gezocht naar twee programma's, die elk een exponent zijn van een theorie. Voor het behaviorisme heb ik dat gevonden in **AmbraSoft**, een programma dat zowel bij scholen als bij ouders redelijk succesvol is, en dat wordt ingezet om allerlei lesstof begeleid in te oefenen. Voor het onderzoekend leren ben ik uitgekomen bij **RekenWeb**, een programma in de vorm van een website, gemaakt door het Freudenthal Instituut. Op deze website kunnen kinderen allerlei spellen vinden die te maken hebben met allerlei rekenkundige principes.

Drie | Het praktijkonderzoek

Ik wilde graag in kaart kunnen brengen wat het verschil in effect van beide programma's was op het leerrendement op korte en lange termijn. Ik heb daarom van beide programma's enkele tools uitgezocht die betrekking hadden op breuken. Ik heb twee groepen kinderen elk met één van de programma's laten oefenen en hun ontwikkeling in kaart gebracht met drie tests: één vooraf, één direct achteraf en één enkele weken later. Door het vergelijken van de antwoorden op de verschillende (deel)vragen zou ik een antwoord kunnen geven op het verschil in effect dat het oefenen met de verschillende tools had op de resultaten. Daarnaast heb ik ook door middel van een enquête en informele interviews een kader voor deze resultaten geschetst.

Vier | Analyse

Door de resultaten op allerlei vlakken en manieren met elkaar te vergelijken was ik staat om verschillende conclusies te trekken. Tegelijk realiseer ik me ook dat dit onderzoek zo kleinschalig is dat de resultaten niet als representatief gezien kunnen worden. Het is dus zaak om het onderzoek en zijn conclusies in dat perspectief te blijven zien.

Uit de analyse van de resultaten bleek dat het voor beide groepen kinderen over het algemeen goed was om voor een breuken-test een half uurtje op verschillende manieren met breuken te oefenen. De scores in test 2 lagen bij een heel aantal (deel)vragen over de hele lijn net wat hoger, in test 3 was dat effect weer een stuk minder. Het effect van op deze manier (niet-structureel) oefenen heeft dus op korte termijn een positief effect op de vaardigheden van de leerlingen.

De kinderen die met AmbraSoft oefenden kregen een bepaalde specifieke strategie stap voor stap aangeleerd. Ik vroeg in de tests specifiek naar deze strategie. In test 2 scoorden zij zeer veel beter, terwijl bij de RekenWeb-groep nauwelijks een stijging was waar te nemen. Bij test 3 scoorde de AmbraSoft-groep weer een stuk minder. Ook voor een specifieke strategie geldt dus dat het op deze manier (niet-structureel) oefenen vooral op korte termijn een positief effect heeft op de vaardigheden van de leerlingen.

Conclusie

Wat is dan het antwoord op mijn onderzoeksvraag:

Is er een verschil in leerrendement bij educatieve software voor rekenen wanneer gewerkt wordt vanuit een behavioristische aanpak of juist op een onderzoekende manier, en hoe zijn eventuele verschillen te verklaren?

Volgens de theorie moet het resultaat van de onderzoekende manier van werken duurzamer zijn. Uit de resultaten van het praktijkonderzoek komen zeker enkele interessante punten naar voren. In de analyse heb ik die punten proberen te verklaren, met verschillende mogelijk oorzaken. Als ik deze bijkomende effecten echter uit de vergelijking haal blijft er een ander beeld over. En uit dit praktijkbeeld **was geen duidelijk verschil op ter merken in het effect van de verschillende programma's op het leerrendement**. Om dit te kunnen onderscheiden zou er met een veel grotere groep moeten worden, en wellicht ook met meer oefen- en testmomenten. Dat betekent niet dat dit onderzoek geen waardevolle informatie heeft opgeleverd. Dit resultaat ligt echter wel op een wat ander vlak. De resultaten werden namelijk ook beïnvloed door de verschillende gebruikservaringen van de programma's.

AmbraSoft spreekt de kinderen erg aan. Ze hadden duidelijk plezier in het werken met de tools. De verschillende manieren van beloning werkten, en de duidelijke uitleg hielp hen ook bij de moeilijke opdrachten er doorheen. In mijn ogen als volwassene is het wat langzaam en kinderlijk vormgegeven. Er wordt ook mondelinge uitleg gegeven, met een heel langzaam en duidelijke stem. Ook was het in mijn ogen doorzichtig dat het uiterlijk en het verhaaltje slechts een 'hip jasje' was voor het aloude oefenen van rijtjes. Die mening hoorde ik echter nergens door de kinderen verwoord.

RekenWeb bracht voor de kinderen toch veel verwarring met zich mee. Dat heeft de resultaten van dit onderzoek sterk beïnvloed. Ik had tools uitgekozen die nog redelijk eenduidig waren. De uitleg was voor de leerlingen, die dit niet gewend waren, te summier. Ze werden vaak niet genoeg getriggerd om uit te zoeken wat de mogelijkheden waren van de tool. Vervolgens vonden ze het saai, een negatieve ervaring. Ook was het lang niet altijd duidelijk wanneer het spel afgelopen was, en of het goed was afgerond. Voor mij persoonlijk was er ook al wat uitzoekwerk aan vooraf gegaan om het aan de kinderen te kunnen presenteren. Java moest op alle computers worden geïnstalleerd. Ik moest de URL van een tool handmatig invoeren, omdat de link niet werkte. Een tool liep soms

zomaar vast. Al met al zorgden deze bijkomende verschijnselen niet voor een algeheel positief beeld van RekenWeb en leidden ze af van de inhoud.

Aanbeveling

Ik wil de conclusie van dit onderzoek daarom presenteren in de vorm van een aanbeveling aan beide programma's

AmbraSoft is een programma dat door jarenlange ontwikkeling soepel en doordacht in elkaar zit. De leerlingen vinden het erg leuk om ermee te werken en vinden hun weg goed in het programma, ook voor de leerkracht is het eenvoudig te gebruiken. Inhoudelijk is het gebaseerd op behavioristisch gedachtegoed. Anders gezegd: het is een moderne manier om ouderwets rijtjes te oefenen, oude wijn in nieuwe zakken. Die werkwijze is lang niet voor elk kind geschikt. AmbraSoft zou zijn succes kunnen uitbreiden door ook tools toe te voegen die een onderzoekende insteek hebben. Schep bij een som een context die werkelijk integreert in de som. Het leren zal dan op een dieper niveau plaatsvinden en de aangeleerde kennis en vaardigheden zijn dan duurzamer.

RekenWeb is een veelbelovend portal, maar maakt die beloftes maar ten dele waar. De tools zijn creatief bedacht en stimuleren vaak op een goede en onderzoekende manier het leren. In principe zijn ook deze spellen aantrekkelijk voor de kinderen. Helaas zijn er veel storende elementen. De grafische vormgeving van de website en van de tools is wat gedateerd. Met name het gebruik van Java is achterhaald, deze externe plugin is met de tegenwoordige standaard HTML5 niet meer nodig om interactieve animaties te programmeren, en wordt bovendien aangemerkt als onveilig. Daardoor moet hij vaak van updates worden voorzien en geven veel browsers telkens een waarschuwing bij het openen van een spel. Daarnaast werken in het portal sommige links niet (meer), zijn sommige categorieën leeg en lopen sommige tools plotseling vast.

Als een tool eenmaal werkt schort het vaak aan een consistente uitleg of vraagstelling. Een spel kan in principe prima zonder tekstuele uitleg, maar er moeten dan wel genoeg aanwijzingen in het spel zelf te vinden zijn om de bedoeling redelijkerwijs te kunnen ontdekken. De communicatie naar de gebruiker kan dus ook beter. Er is bij de ontwikkeling van de tools vaak te weinig gedacht vanuit de beleving van de gebruiker: het kind. Het is aan te raden om meer mensen uit het onderwijsveld te betrekken in de verdere ontwikkeling. Het is in ieder geval raadzaam om te investeren in dit waardevolle project, voordat het echt niet meer mee kan met de concurrentie. Wellicht is de organisatorische constructie ook niet optimaal, en kan er beter een commercieel bedrijf worden opgezet dat zorg draagt voor de ontwikkeling. Het blijft nu teveel iets hebben van een hobby-project, ook voor de kinderen. Dat is het echter zeker niet, RekenWeb en Onderzoekend leren verdient beter.

Reflectie

Ook op persoonlijk vlak heb ik in dit proces enkele belangrijke dingen geleerd. Het schrijven van deze scriptie is met vallen en opstaan gegaan. Ik heb geleerd dat ik zelf voor een stok achter de deur moet zorgen, en ook dat ik een grote berg heus wel klein krijg, als ik het maar planmatig en stukje voor stukje doe. Ook inhoudelijk waren er soms val-momenten. Achteraf heb ik misschien te weinig van de theorie gebruikt in het vormgeven van de tests. Wellicht waren de resultaten dan nog wat meer bruikbaar geweest. Tijdens het onderzoek rees bij mij wel steeds meer het gevoel dat de vergelijking tussen AmbraSoft en RekenWeb helemaal niet zo eerlijk was als het leek. De programma's verschillen namelijk niet alleen inhoudelijk van elkaar, maar ook het niveau van professionaliteit en vormgeving verschilde erg. Dit is het belangrijkste dat bij mij is blijven hangen, en daarom heb ik in de conclusie daar het meeste aandacht naar uit laten gaan.

- Bruner, Jerome Seymour. "The act of discovery." *Harvard Educational Review*, no. 31 (1) (1961): 21-32.
- Bybee, Roger W. *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth, N.H.: Heinemann, 1997.
- Couzijn, Michel. *Olé Nederlands!* 2008.
<http://home.medewerker.uva.nl/m.j.couzijn/bestanden/OleNederlands.html> (accessed november 28, 2012).
- De Vaan, Els, and Jos Marell. *Praktische didactiek voor Natuuronderwijs*. Bussum: Coutinho, 1999.
- Deci, E. L. "Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation." *Journal of Personality and Social Psychology*, no. 18 (1971): 105-115.
- Dewey, John. *How we think*. New York: Dover Publications, 1997.
- Freire, Paulo. *Pedagogy of the Oppressed*. New York: Continuum Publishing Company, 1984.
- Freudenthal Institute. *Over Fisme - Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education*.
<http://www.fisme.science.uu.nl/> (accessed juni 5, 2013).
- Gardner, Howard. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books, 1983.
- Graham, George. *Stanford Encyclopedia of Philosophy - Behaviorism*. juli 27, 2010.
<http://plato.stanford.edu/entries/behaviorism/> (accessed februari 13, 2013).
- Harlen, Wynne. *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*. London: Sage, 2006.
- INOS. *Ontdekkend en Onderzoekend leren - Theoretische onderbouwing*. 2009.
<http://eureka.inos.nl/?q=node/41> (accessed november 28, 2012).
- Ito, Mizuko. *Engineering plan: a cultural history of children's software*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2009.
- Janssen, Jan, Frank van der Schoot, and Bas Hemker. *Balans [32] van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Periodieke Peiling van het Onderwijsniveau, Arnhem: Cito, 2005.
- Kim, Alan. *Stanford Encyclopedia of Philosophy - Wilhelm Maximilian Wundt*. Juni 20, 2006.
<http://plato.stanford.edu/entries/wilhelm-wundt/> (accessed februari 13, 2013).
- Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. *Rekenonderwijs op de Basisschool - Analyse en sleutels tot verbetering*. Alkmaar: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 2009.
- Lepper, Mark R., David Greene, and Richard E. Nisbett. "Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the "overjustification" hypothesis." *Journal of Personality and Social Psychology*, no. 28 (oktober 1973): 129-137.
- Moore, Jay. *Behaviorism Tutorial*. februari 19, 2005. <http://psych.athabascau.ca/html/Behaviorism/> (accessed februari 13, 2013).

Olsthoorn, Floris, Derk Pik, and Nellie Verhoef. "De overval: Het Freudenthal Instituut." *NAW*, 2010: 261-270.

Opmeer, M. R. "Vraagtekens bij realistisch reken-wiskundeonderwijs." *Panama-Post*, no. 4 (2005): 25-28.

Pavlov, Ivan Petrovich. *Conditioned reflexes*. London: Oxford University Press, 1927.

Putten, C.M. van. "De onmiskenbare daling van het prestatiepeil bij de bewerkingen sinds 1987 - een reactie." *Panama-Post*, no. 27 (1) (2008): 35-40.

Schoneveld, Wim (red). "Een goedgevulde digitale gereedschapskist." *Platform Pabo*, 2011: 11-12.

Schwarz, Christina V., and Yovita N. Gwekwerere. "Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching." *Science Education*, January 2007: 158-186.

Singh, Sanjay. *Academia.edu - Foundations of Behaviorism: Classical and Neo*. april 26, 2013. http://www.academia.edu/3391303/Foundations_of_Behaviourism_Classical_and_Neo (accessed mei 18, 2013).

Skinner, Burrhus Frederic. "The operational analysis of psychological terms." *Psychological Review*, no. 52 (september 1945): 270-277.

Slavin, R.E. *Cooperative Learning*. New Jersey: Prentice-Hall, 1990.

Thirteen. *Workshop Inquiry-based Learning*. 2004. <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html> (accessed november 28, 2012).

Treffers, Adri. *Three Dimensions: A model of Goad and Theory Description in Mathematics Instruction - The Wiskobas Project*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1986.

Valcke, Martin. *Mag ik op de computer? Computers en het internet in de opvoeding*. Tielt: Lannoo, 2001.

Valkenburg, Patti. *Beeldschermkinderen, Theorieën over kind en media*. Amsterdam: Boom, 2008.

Van Graft, Marja, and Pierre Kemmers. *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek : basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs*. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek, 2007.

Veen, Tjipke van der, and Jos van der Wal. *Van leertheorie naar onderwijspraktijk*. Groningen: Waters-Noodhoff, 2003.

Velthorst, Gerdo. *Blog onderzoekend leren*. 2010. <http://www.onderzoekendleren.nl/blog/?cat=3> (accessed december 2010).

Vygotsky, Lev Semyonovich. *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press, 1962.

Watson, John B. "Psychology as the behaviorist views it." *Psychological Review*, no. 20 (1913): 158-177.

Wikipedia - Hans Freudenthal. mei 16, 2013. http://nl.wikipedia.org/wiki/Hans_Freudenthal (accessed juni 05, 2013).

Wikipedia - B.F. Skinner. augustus 4, 2012. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Skinner> (accessed februari 13, 2013).

Wundt, Wilhelm Max. *Grundzüge der physiologische Psychologie*. Leipzig: W. Engelmann, 1874.

Bijlage 1 - De vier onderwijstypen van Van Graft en Kemmers

Aspect	Onderwijstype 1	Onderwijstype 2	Onderwijstype 3	Onderwijstype 4
Karakteristiek	Gesloten leerkrachtgestuurd onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert, presenteert of demonstreert en de leerlingen volgend dan wel toeschouwer zijn.	Gesloten leerkrachtgestuurd onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert en leerlingen de weg naar de oplossing aangeeft.	Half open onderzoek, waarbij de leerkracht de onderzoeksvraag levert en de leerlingen voorspellingen en oplossingen bedenken.	Open, door leerlingen gestuurd onderzoek, waarbij de leerlingen zelf de onderzoeksvraag, voorspellingen en oplossingen bedenken.
Benodigde vaardigheden kinderen	Waarnemen Luisteren Vergelijken Ordenen	Voorgaande + Onderzoeksmaterialen en meetinstrumenten gebruiken Verklaren Discussiëren Conclusies trekken Rapporteren/presenteren	Voorgaande + Voorspellingen formuleren Oplossingen formuleren Onderzoeksofzet ontwerpen Onderzoek uitvoeren Informatie verwerken	Voorgaande + Onderzoeksvragen formuleren
Bekwaamheidseisen en leerkracht	De leerkracht kan relevante ¹ onderzoeksvragen bedenken. De leerkracht kan een demonstratie of observatiekring voorbereiden, uitvoeren en afronden.	De leerkracht kan relevante onderzoeksvragen bedenken. De leerkracht kan hulpmiddelen (werkblad e.d.) ontwikkelen/aanpassen en inzetten voor kinderen om de onderzoeksvraag op te lossen.	De leerkracht kan relevante onderzoeksvragen bedenken. De leerkracht kan kinderen stimuleren en begeleiden bij het bedenken en uitvoeren van een onderzoeksofzet. Ook zorgt hij voor voldoende relevante onderzoeksmaterialen en hulpmiddelen.	De leerkracht kan kinderen begeleiden en stimuleren bij het bedenken van een onderzoeksvraag. De leerkracht kan kinderen stimuleren en begeleiden bij het bedenken en uitvoeren van een onderzoeksofzet.
Indicatoren dimensie 1 Werken aan jezelf als leerkracht	De leerkracht: - heeft kennis van relevante begrippen en inzichten behorend bij natuuronderwijs - maakt gebruik van concreet materiaal (materialen, organismen e.d.)	Voorgaande + De leerkracht: - formuleert duidelijke instructies - gebruikt de onderzoekscyclus - bouwt ruimte in voor beleving (hoofd, hart, handen) - benut kansen voor vakkenintegratie - biedt zo mogelijk meerdere onderzoeksmaterialen aan	Voorgaande + De leerkracht: - speelt in op actuele gebeurtenissen en relateert deze aan de lesactiviteit	Voorgaande + De leerkracht: - ontwikkelt zo nodig hulpmiddelen (o.a. onderzoeksmateriaal, meetinstrumenten, instructie voor verslaglegging) die kinderen helpen bij het opzetten en uitvoeren en presenteren van een eigen onderzoek - is in staat tijdens de afronding verbreding en verdieping aan te brengen in het onderwerp

Indicatoren dimensie 2 Werken met kinderen in onderwijssituaties	De leerkracht: - houdt rekening met preconcepten (beginsituatie kinderen) - sluit aan bij interesse en beleavingswereld (o.a. natuurbeelden) van kinderen	Voorgaande + De leerkracht: - stimuleert zo mogelijk alle zintuigen - herkent en benut kansen om zorg voor de omgeving en materialen (levende organismen, meetinstrumenten) bij kinderen te stimuleren - stimuleert de inhoudelijke interactie tussen leerlingen - stimuleert samenwerking	Voorgaande + De leerkracht: - differentieert tussen kinderen rekening houdend met verschillen tussen kinderen m.b.t. sekse, cultuur en ontwikkeling - herkent goede (uitvoerbare) onderzoeksopzetten - stimuleert planmatig handelen - stimuleert variatie in onderzoek, rapportage en presentatie	Voorgaande + De leerkracht: - herkent goede (oplosbare) onderzoeksvragen - brengt bij de afronding inhoudelijke samenhang, verbreding en verdieping aan tussen de uitkomsten van de onderzoeken - reflecteert met de leerlingen op het onderzoeksproces
Indicatoren dimensie 3 Werken binnen de context van de school	De leerkracht: - weet van de mogelijkheden van educatieve diensten (NME-centra e.d.)	Voorgaande + De leerkracht: - (her)kent planten, dieren, objecten en verschijnselen in de schoolomgeving die relevant zijn voor de onderzoeksvraag	Voorgaande + De leerkracht: - ontwerpt een uitdagende leeromgeving binnen - gaat binnen de context van de les met de kinderen naar buiten - schakelt zo nodig ouders in - legt binnen de context van de school relaties met thuis (bijvoorbeeld planten in de eigen tuin, materialen uit de keuken)	Voorgaande + De leerkracht: - ontwerpt zo mogelijk een uitdagende leeromgeving buiten (bijvoorbeeld een schoolnatuurtuin) - benut kansen voor samenwerking met andere klassen/scholen
Voorbeelden van werkvormen	Demonstratiekring Observatiekring	Observatiekring Ontdekdoos Practicum	Observatiekring Onderzoeksactiviteiten Ontdekhoe Buitenwerk (veldwerk)	Onderzoeksactiviteiten Ontdekhoe Buitenwerk (veldwerk)

Voorbeeld	De leerkracht brengt de vraag in hoe de ontwikkeling van een vlinder verloopt. Dit laat hij zien door een terrarium met eitjes en rupsen van vlinders in de klas te zetten. Door deze dagelijks met de kinderen te bekijken ontdekken zij hoe de ontwikkeling van eitje via rups en pop tot vlinder verloopt. Tevens verzorgen zij het terrarium. De leerkracht noteert de veranderingen op het bord en bespreekt ze met de kinderen. De kinderen leren zo over gedaanteverwisseling bij vlinders. (Kerndoel 41)	De kinderen onderzoeken verschillende soorten hefbomen zoals een notenkraker, nijptang, pincet. Ze worden via een werkblad door het onderzoek geleid. Ze worden uitgedaagd om andere voorbeelden van hefbomen te zoeken in de schoolomgeving. Uiteindelijk geven ze op het werkblad (waarop tekeningen van de hefbomen staan) aan waar het draaipunt zit. De kinderen leren het principe van hefbomen kennen. Ze maken zo kennis met bewegings- en overbrengingsprincipes. (Kerndoel 44)	De leerkracht vertelt over tastzintuigen: kleine orgaantjes onder de huid die drukveranderingen waarnemen: voelen. Hij vraagt zich af waar op je lijf de meeste tastzintuigen liggen. De kinderen ontwerpen in kleine groepjes een plan om dit te onderzoeken. Eerst schrijven ze op waar zij denken dat de meeste tastzintuigen liggen (voorspellen). Vervolgens bedenken ze een onderzoeksopzet en voeren het onderzoek uit. Na afloop bespreekt de leerkracht de resultaten met de kinderen. Ze leren zo meer over zintuigen. (Kerndoel 41)	De kinderen gaan onderzoek doen aan het weer. Eerst schrijven ze op wat ze willen onderzoeken, bijvoorbeeld: de temperatuur gedurende de dag, de hoeveelheid regen in een week, de windsnelheid en windrichting gedurende een week. Ze schrijven op wat ze willen onderzoeken en hoe ze dat willen doen: waar, hoe vaak en met welke meetinstrumenten. Ook denken ze na hoe ze hun resultaten zullen noteren. Nadat ze hun onderzoeksplan hebben besproken met de leerkracht, voeren ze het uit. Van hun resultaten maken ze naar keuze een verslag, een poster of een boekje. Op basis daarvan presenteren ze hun resultaten en conclusies aan de groep. Zo ontwikkelen de kinderen inzicht in (het meten van) het weer. (Kerndoel 43)
------------------	--	---	--	---

Bijlage 2 - De tools van AmbraSoft en RekenWeb

Onderdelen van beide programma's

De (reken)tools van de twee platformen zijn in beide gevallen onderverdeeld in een aantal onderdelen. In de volgende tabel ziet u de verschillende onderdelen van de beide pakketten onder elkaar, naast hun eventuele equivalent van het andere pakket. Tussen haakjes staat daar achter het aantal tools dat bij elk onderdeel wordt getoond. Daarbij zijn alle tools die meerdere keren terugkomen elke keer meegeteld. Voor RekenWeb heb ik de tools genomen die aangegeven worden voor groep 8.

AmbraSoft	RekenWeb
Sommen tot 10 (13); Sommen tot 20 (15); Sommen tot 100 (13); Sommen tot 1000 (10); Cijferen (10)	Aftrekken (8); Optellen (10); Tellen (1); Delen (8); Vermenigvuldigen (10); Getallen (14)
Klokkijken (11)	Tijd (2)
Breuken (11)	Breuken (8)
Procenten (9)	Procenten (3)
Maten en gewichten (10)	
Geldrekenen (9)	Geld (5)
Kommagetallen (9)	Kommagetallen (1)
	Blokken (12); Grafieken (1); Meten (11); Meetkunde (38); Oefening (9); Oppervlakte (6); Problem solving (11); Schatten (6); Science (2); Statistiek (0); Techniek (1); Verhoudingen (7)

Op de volgende pagina's staat een complete lijst met alle tools, gerangschikt op onderwerp zoals door de programma's zelf ingedeeld.

AmbraSoft

Bij elk onderdeel is er eerst een begintoets, waarna afhankelijk van de score meer of minder spellen beschikbaar zijn. Ook is er in samenwerking met Cito voor elk onderdeel nog een 'Rekenquiz' (de vragen komen van Cito).

Sommen tot 10

- De spelkamer
- De poppenkast (2x)
- Veiling
- Knikkerbaan (2x)
- Bij de bakker
- De busreis (3x)
- Postbode (2x)
- Kat en muis

Sommen tot 20

- Veiling
- Bij de bakker
- Het rekenrek
- Het rekengroepje (2x)
- De rekenvis
- De busreis (3x)
- Zoekplaatje (2x)
- Tanken
- Postbode (2x)
- De kermis

Sommen tot 100

- Kikkervijver (2x)
- Raceauto
- Tanken
- De kermis (2x)
- De verjaardag (2x)
- Zoekplaatje
- Tanken
- De kermis (2x)
- Kat en muis

Sommen tot 1000

- Raceauto (2x)
- De kermis (2x)
- Zoekplaatje (2x)
- Tanken (2x)

- De verjaardag (2x)

Klokkijken

- Zeg de tijd (3x)
- Schoolkamp (5x)
- Zet de klok
- Klokkenmaker (2x)

Breuken

- Breuken quiz
- Getallenlijn
- Breukenrobot (4x)
- Pauze
- Feestje (4x)

Procenten

- Procenten quiz
- Kortingsrad
- Zoekplaatje (2x)
- Het interview
- Uitverkoop
- Teleporteren
- Spaarrekening
- Verffabriek

Maten en gewichten

- De kermis (3x)
- De meetquiz (3x)
- Het magazijn
- Meet de spullen (2x)
- Teleporteren

Geldrekenen

- Nieuwe spaarpot
- Tamira's bank
- Speelgoedwinkel
- Geld dictee
- Spaarpot
- De ijscoman
- Geld quiz
- De kassa
- Zoekplaatje

Kommagetallen

- Getallenlijn
- Komma dictee
- Komma quiz

- Stemkastjes
- De BSO (2x)
- Motorrace
- Stemkastjes
- Komma quiz

Cijferen

- Knikkers tellen (2x)
- Doe het zelf (4x)
- Het digibord (2x)
- Laptop (2x)

RekenWeb

Voor groep 8 is er keuze uit een aantal onderdelen:

Aftrekken

- Vijf op een rij
- Barney
- 24-spel
- Rekenracer
- Vallende sommen
- Kapotte rekenmachine
- Getallenmachine
- Drie op een rij (negatieve getallen)
- Springen op de getallenlijn
- Vallende sommen (aftrekken)

Blokken

- Bouwen met blokken
- Nabouwen
- Huisje bouwen
- Nabouwen met aanzichten
- Aanzichten raden
- Huisjes met hoogtegetallen
- Blokkenhuizen programmeren
- Nabouwen: Gebruik de drie aanzichten
- Huizen bouwen
- Kubushuisjes
- Kubushuisjes Dag/Nacht
- Nabouwen: Gebruik de drie aanzichten

Breuken

- Een breuk schenken

- Graaf Hendrik
- Eerlijk verdelen
- Sokken drogen
- In Kaart
- Verffabriek
- Breuken- en procentenstromen
- Wolkentrein

Delen

- Kraak de kluis
- 24-spel
- Graaf Hendrik
- Rekenracer
- Eerlijk verdelen
- Kapotte rekenmachine
- Ster
- Inpakmachine

Geld

- Betalen met euro's
- Hoeveel kost dit artikel 1
- Hoeveel kost dit artikel 2
- Geldvakjes-spel
- Geld-spellen bij elkaar

Getallen

- Vijf op een rij
- 24-spel
- Knikkerbak
- Dieren wegen
- Kippenpuzzels
- Onderop de stapel
- Kettingrijgen
- Getallenmachine
- Flippo
- Grote Getalmachine
- Wolkentrein
- Plofsommen (varianten)
- Springen op de getallenlijn
- Getallenfabriek

Grafieken

- Treinmachinist

Kommagetallen

- Ruimtevlucht

Meetkunde

- Bouwen met blokken
- Taart
- Mini-golf
- Doolhof
- Nabouwen
- Taart namaken
- Huisje bouwen
- Nabouwen met aanzichten
- Helicoptervlucht
- Robot
- Vergroten
- Aanzichten raden
- Tegels leggen
- Huisjes met hoogtegetallen
- Kristallen kleuren
- Schateiland
- Tegellijnen
- Blokkenhuizen programmeren
- Mozaïek interactief
- Koers
- Bouwplaten
- Oppervlakte
- Verknippen
- Gulliver
- Tangram
- Wat is het?
- Nabouwen: Gebruik de drie aanzichten
- Schaduw
- Vlakjes klikken
- Mozaïek
- Tegels leggen op driehoeks raster
- Kerststerren
- Oppervlaktes vergelijken
- Huizen bouwen
- Kubushuisjes
- Kubushuisjes Dag/nacht
- Archimedische vlakvullingen
- Nabouwen: Gebruik de drie aanzichten

Meten

- Afsnijden

- Dieren wegen
- Robot
- Mensen wegen
- Ster
- Koers
- Verknippen
- Op de weegschaal
- Fruitpuzzels
- Kerststerren
- Oppervlaktes vergelijken

Oefening

- Betalen met euro's
- Vijf op een rij
- Barney
- 24-spel
- Kikker
- Vallende sommen
- Kapotte rekenmachine
- Flippo
- Plofsommen (varianten)

Oppervlakte

- Oppervlakte verknippen
- Oppervlakte
- Verknippen
- Gulliver
- Oppervlaktes vergelijken
- Oppervlakte omrekenen

Optellen

- Betalen met euro's
- Vijf op een rij
- 24-spel
- Rekenracer
- Vallende sommen
- Kapotte rekenmachine
- Getallenmachine
- Drie op een rij (negatieve getallen)
- Springen op de getallenlijn
- Oppervlakte omrekenen

Problem solving

- Tinguely
- Tegels leggen

- Toverboek
- Schateiland
- Gulliver
- Fruitpuzzels
- Wat is het?
- Ster
- Welk dier is het (2)?
- Welk dier is het (1)?
- Welk dier is het (3)?

Procenten

- In Kaart
- Verffabriek
- Breuken- en procentenstrook

Schatten

- Vallende sommen
- 100-vloer
- Boodschappen schatten
- Onderop de stapel
- Schatten van prijzen
- Schatten

Science

- Mini-golf
- Schaduw

Statistiek

Techniek

- Schaduw

Tellen

- Ster

Tijd

- Treinmachinist
- Kalender

Verhoudingen

- Graaf Hendrik
- Tandwielen, set 1
- Vergroten
- In Kaart
- Tandwielen, set 2
- Tandwielen, set 3
- Wolkentrein

Vermenigvuldigen

- Vijf op een rij
- Kraak de kluis
- Barney
- 24-spel
- Kikker
- Rekenracer
- Kapotte rekenmachine
- Getallenmachine
- Drie op een rij (negatieve getallen)
- Inpakmachine

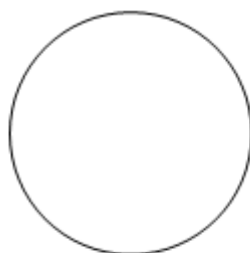
Bijlage 3 - De tests

Op de volgende pagina's vindt u de drie varianten van de test die ik heb ontwikkeld. Ik heb alle tests ook zelf gemaakt, om zo een antwoordmodel te krijgen en eventuele fouten op te sporen. Deze versies heb ik ook bijgevoegd.

Opdracht 1

Onder alle kinderen uit Hurskebapski is een onderzoek gedaan naar hun lievelingskleur. Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.

$\frac{7}{24}$	Appelgroen
$\frac{3}{12}$	Zachtpaars
$\frac{5}{24}$	Hemelsblauw
$\frac{1}{8}$	Vuurrood
$\frac{1}{16}$	Okergeel
$\frac{1}{16}$	Matzwart

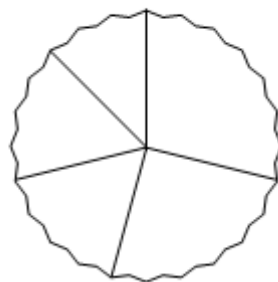


Ze hebben ook gevraagd naar de huisdieren van de kinderen.

3 989	Hond
3 011	Kat
2 495	Konijn
1 502	Vissen
1 003	Cavia/ hamster

Tenslotte vroegen de onderzoekers waar de kinderen ze het liefst op vakantie willen gaan. Vul de (vereenvoudigde) breuk in de tabel in.

/	Nova Zembla
/	Tibet
/	Flevoland
/	De Sahara
/	Antarctica



Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$$\frac{16}{24} =$$

$$\frac{14}{40} =$$

$$\frac{3}{9} =$$

$$\frac{22}{66} =$$

$$\frac{24}{32} =$$

$$\frac{20}{50} =$$

$$\frac{4}{10} =$$

$$\frac{12}{72} =$$

$$\frac{3}{6} =$$

$$\frac{10}{55} =$$



Reken de volgende sommen uit.

$$2\frac{2}{3} : 4 = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$3\frac{3}{4} : 5 = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

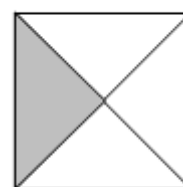
$$1\frac{1}{4} : 5 = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$1\frac{1}{5} : 6 = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

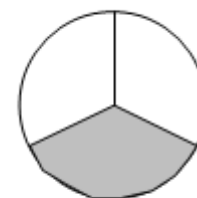
$$1\frac{1}{5} : 2 = \frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

Opdracht 3

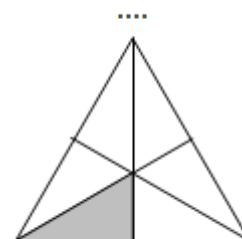
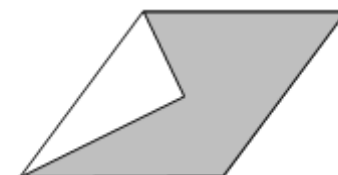
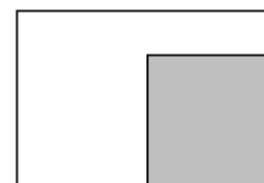
Welk deel van het vlak is geverfd?



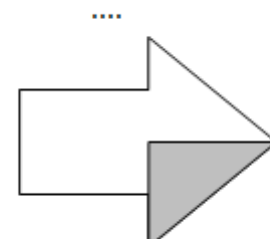
....



....

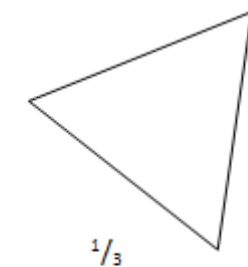
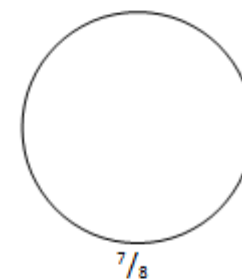


....



....

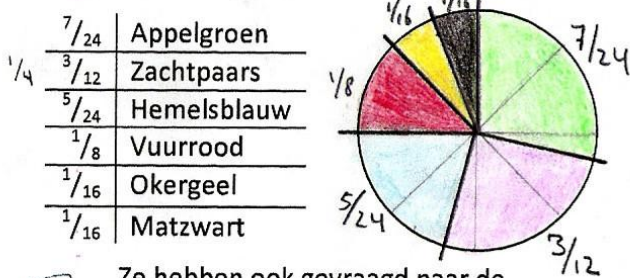
Teken en verf het juiste deel van het vlak.



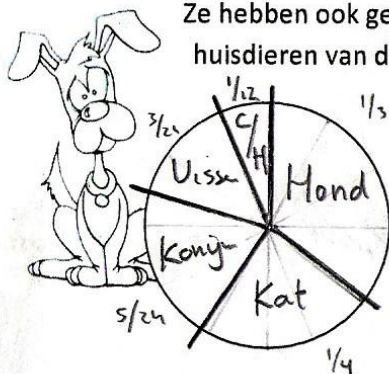
Opdracht 1

Onder alle kinderen uit Hurskebapski is een onderzoek gedaan naar hun lievelingskleur.

Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.



Ze hebben ook gevraagd naar de huisdieren van de kinderen.



3 989	Hond	4000	$\frac{1}{3}$
3 011	Kat	3000	$\frac{1}{4}$
2 495	Konijn	2500	$\frac{5}{24}$
1 502	Vissen	1500	$\frac{3}{24}$
1 003	Cavia/ hamster	1000	$\frac{1}{12}$
		12000	

Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$$\frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{14}{40} = \frac{7}{20}$$

$$\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{22}{66} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

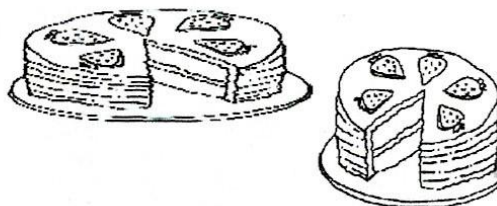
$$\frac{20}{50} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{12}{72} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{10}{55} = \frac{2}{11}$$



Reken de volgende sommen uit.

$$2 \frac{2}{3} : 4 = \frac{8}{3} : 4 = \frac{2}{3}$$

$$3 \frac{3}{4} : 5 = \frac{15}{4} : 5 = \frac{3}{4}$$

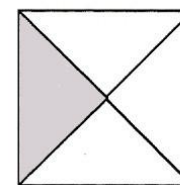
$$1 \frac{1}{4} : 5 = \frac{5}{4} : 5 = \frac{1}{4}$$

$$1 \frac{1}{5} : 6 = \frac{6}{5} : 6 = \frac{1}{5}$$

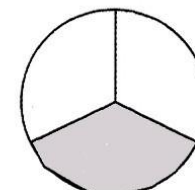
$$1 \frac{1}{5} : 2 = \frac{6}{5} : 2 = \frac{3}{5}$$

Opdracht 3

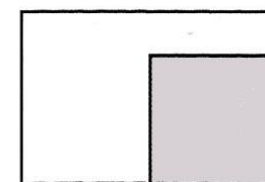
Welk deel van het vlak is geverfd?



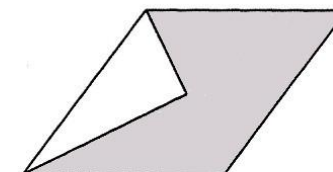
$$\frac{1}{4}$$



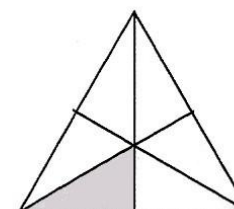
$$\frac{1}{3}$$



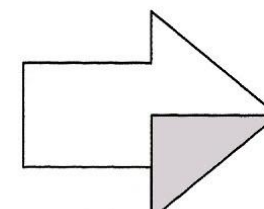
$$\frac{3}{8}$$



$$\frac{3}{4}$$

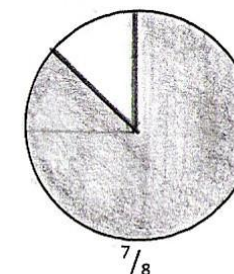


$$\frac{1}{6}$$

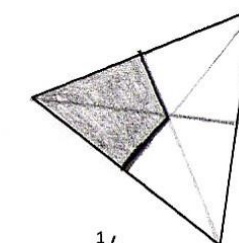


$$\frac{1}{4}$$

Teken en verf het juiste deel van het vlak.



$$\frac{7}{8}$$



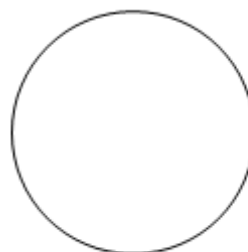
$$\frac{1}{3}$$

Opdracht 1

Onder alle kinderen uit Scruvskimatski is een onderzoek gedaan naar hun schoenmaat.

Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.

$\frac{4}{13}$	Supervet
$\frac{4}{18}$	Nice
$\frac{5}{26}$	Precies
$\frac{3}{24}$	Boeiend
$\frac{1}{9}$	Hè?
$\frac{1}{24}$	Ehmmm



Ze hebben ook gevraagd naar de schoenmaat van de kinderen.

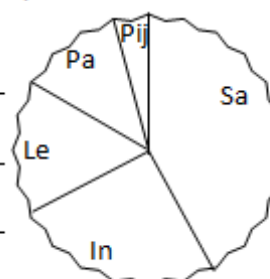


101	Mt. 22-30
198	Mt. 30-34
228	Mt. 34-36
305	Mt. 36-38
123	Mt. 38-40
45	Mt. 40-48

Tenslotte vroegen de onderzoekers wat het favoriete gerecht van de kinderen is.

Vul de (vereenvoudigde) breuk in de tabel in.

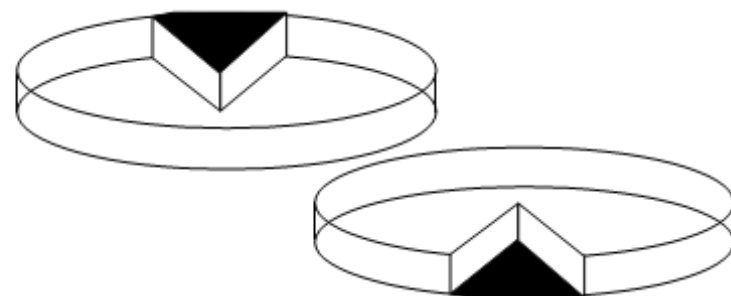
/	<u>Sabeltandtijger</u>
/	Inktvis
/	Levertraan
/	Paardenvlees
/	Pijnboompitten



Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$\frac{4}{10} =$	$\frac{18}{42} =$
$\frac{6}{18} =$	$\frac{11}{66} =$
$\frac{44}{66} =$	$\frac{30}{75} =$
$\frac{4}{8} =$	$\frac{24}{72} =$
$\frac{3}{60} =$	$\frac{5}{65} =$

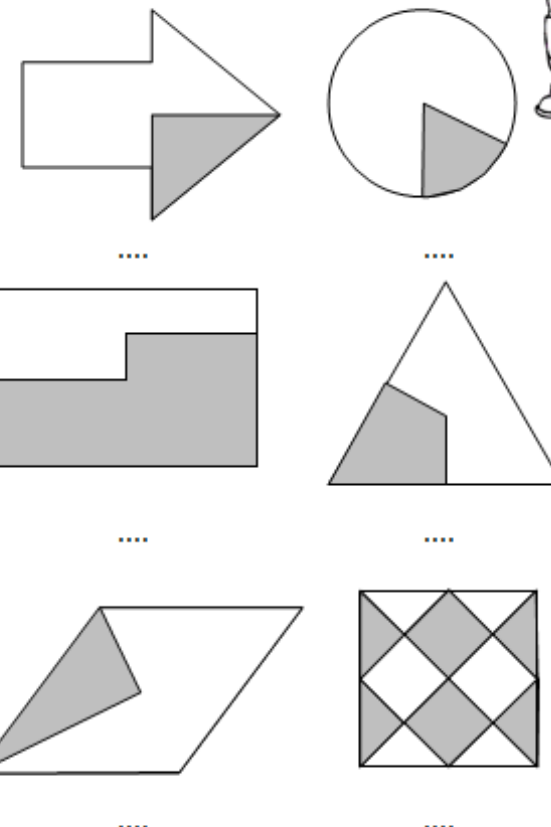


Reken de volgende sommen uit.

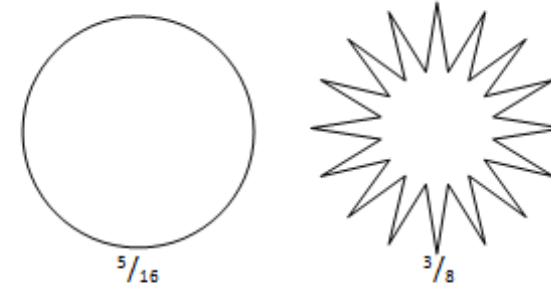
$3\frac{1}{5} : 4 =$	$\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} =$	$\frac{\quad}{\quad}$
$2\frac{2}{5} : 6 =$	$\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} =$	$\frac{\quad}{\quad}$
$3\frac{3}{5} : 6 =$	$\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} =$	$\frac{\quad}{\quad}$
$1\frac{1}{4} : 5 =$	$\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} =$	$\frac{\quad}{\quad}$
$2\frac{2}{5} : 4 =$	$\frac{\quad}{\quad} : \frac{\quad}{\quad} =$	$\frac{\quad}{\quad}$

Opdracht 3

Welk deel van het vlak is geverfd?



Teken en verf het juiste deel van het vlak.



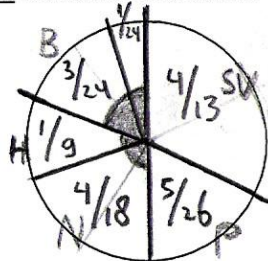
test 2 Naam: _____

Opdracht 1

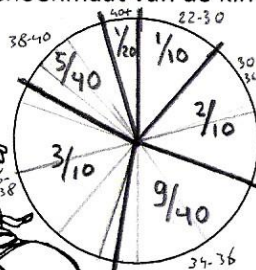
Onder alle kinderen uit Scrufskimatski is een onderzoek gedaan naar hun schoenmaat.

Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.

$\frac{4}{13}$	Supervet
$\frac{4}{18}$	Nice
$\frac{5}{26}$	Precies
$\frac{3}{24}$	Boeiend
$\frac{1}{9}$	Hè?
$\frac{1}{24}$	Ehmmm



Ze hebben ook gevraagd naar de schoenmaat van de kinderen.

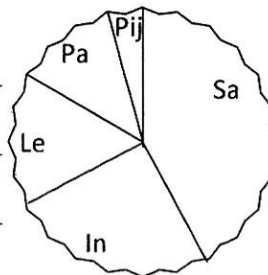


101	Mt. 22-30	100
198	Mt. 30-34	200
228	Mt. 34-36	225
305	Mt. 36-38	300
123	Mt. 38-40	125
45	Mt. 40-48	50
		1000

Tenslotte vroegen de onderzoekers wat het favoriete gerecht van de kinderen is.

Vul de (vereenvoudigde) breuk in de tabel in.

$\frac{5}{12}$	Sabeltandtijger
$\frac{1}{4}$	Inktvis
$\frac{1}{6}$	Levertraan
$\frac{1}{8}$	Paardenvlees
$\frac{1}{24}$	Pijnboompitten



Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$$\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{18}{42} = \frac{3}{7}$$

$$\frac{6}{18} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{11}{66} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{44}{66} = \frac{2}{3}$$

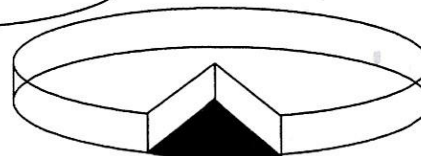
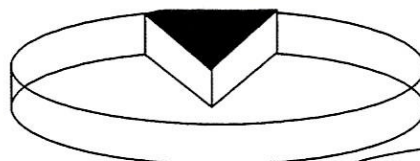
$$\frac{30}{75} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{24}{72} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{3}{60} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{5}{65} = \frac{1}{13}$$



Reken de volgende sommen uit.

$$3\frac{1}{5} : 4 = \frac{16}{5} : 4 = \frac{4}{5}$$

$$2\frac{2}{5} : 6 = \frac{12}{5} : 6 = \frac{2}{5}$$

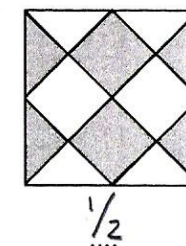
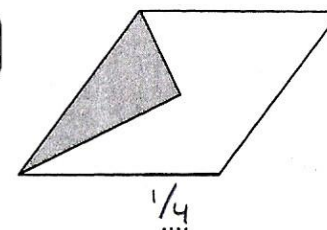
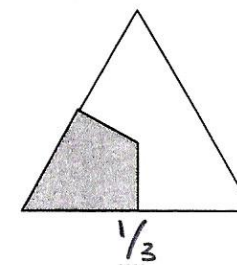
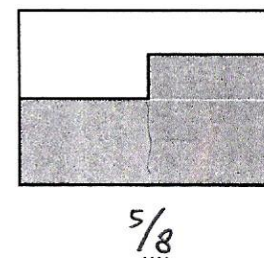
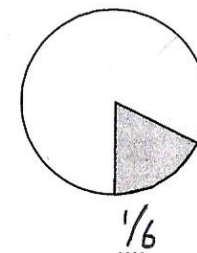
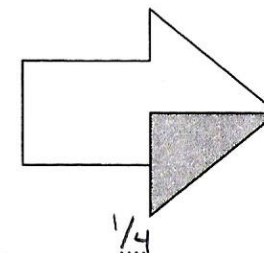
$$3\frac{3}{5} : 6 = \frac{18}{5} : 6 = \frac{3}{5}$$

$$1\frac{1}{4} : 5 = \frac{5}{4} : 5 = \frac{1}{4}$$

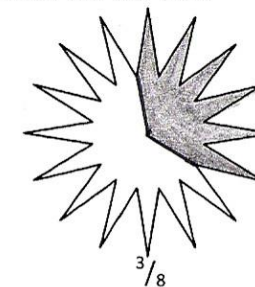
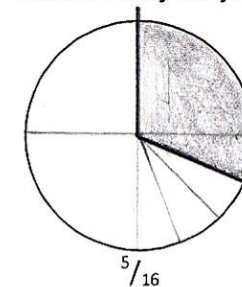
$$2\frac{2}{5} : 4 = \frac{12}{5} : 4 = \frac{3}{5}$$

Opdracht 3

Welk deel van het vlak is geverfd?



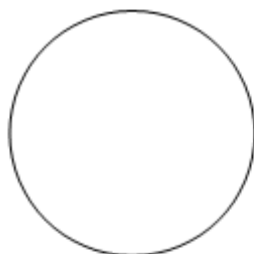
Teken en verf het juiste deel van het vlak.



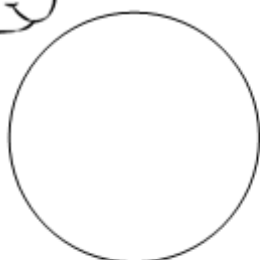
Opdracht 1

Onder alle bejaarden uit Benidorm is een onderzoek gedaan naar hun lievelingskleur. Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.

$\frac{7}{24}$	Suikerspin-roze
$\frac{3}{12}$	Gifgroen
$\frac{5}{24}$	Koningsrood
$\frac{1}{8}$	Saai grijs
$\frac{1}{16}$	Donkerzwart
$\frac{1}{16}$	Gebroken wit



Ze hebben ook gevraagd naar de huisdieren van deze senioren.



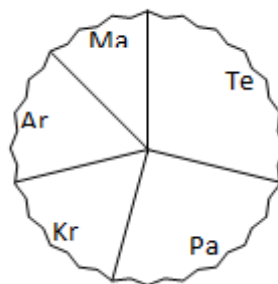
7 989	Goudvissen
4 011	Andere vissen
1 995	Siamese kat
1 003	Chihuahua
1 002	Muizen



Tenslotte vroegen de onderzoekers waar de ouderen het liefst op vakantie willen gaan.

Vul de (vereenvoudigde) breuk in de tabel in.

/	Tenerife
/	La Palma
/	Kreta
/	Aruba
/	Malediven



Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$$\frac{14}{40} =$$

$$\frac{16}{24} =$$

$$\frac{22}{66} =$$

$$\frac{3}{9} =$$

$$\frac{20}{50} =$$

$$\frac{24}{32} =$$

$$\frac{12}{72} =$$

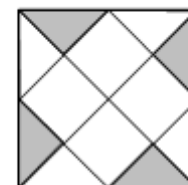
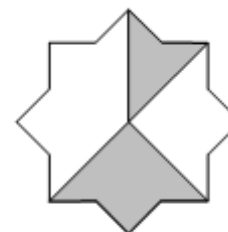
$$\frac{4}{10} =$$

$$\frac{10}{55} =$$

$$\frac{3}{6} =$$

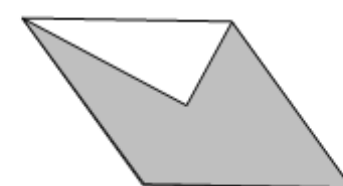
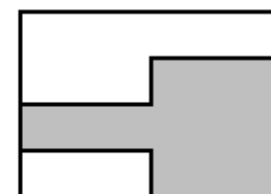
Opdracht 3

Welk deel van het vlak is grijs geverfd?



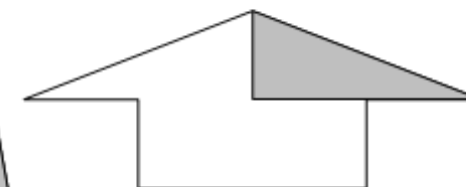
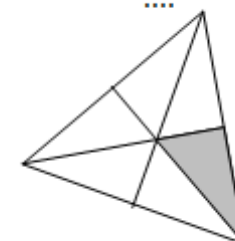
....

....



....

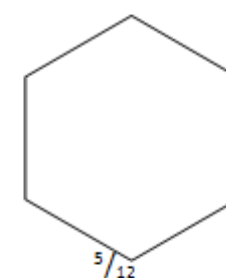
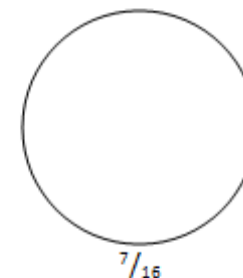
....



....

....

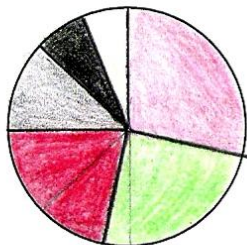
Teken en verf het juiste deel van het vlak.



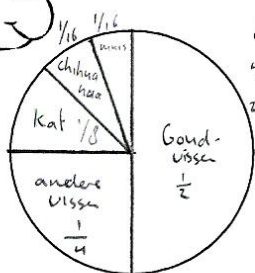
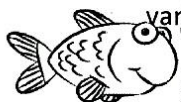
Opdracht 1

Onder alle bejaarden uit Benidorm is een onderzoek gedaan naar hun lievelingskleur. Maak een cirkeldiagram van deze resultaten.

$\frac{7}{24}$	Suikerspin-roze
$\frac{3}{12}$	Gifgroen
$\frac{5}{24}$	Koningsrood
$\frac{1}{8}$	Saai grijs
$\frac{1}{16}$	Donkerzwart
$\frac{1}{16}$	Gebroken wit



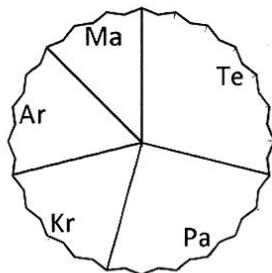
Ze hebben ook gevraagd naar de huisdieren van deze senioren.



8000	7 989	Goudvissen
4000	4 011	Andere vissen
2000	1 995	Siamese kat
1000	1 003	Chihuahua
1000	1 002	Muizen

Tenslotte vroegen de onderzoekers waar de ouderen het liefst op vakantie willen gaan. Vul de (vereenvoudigde) breuk in de tabel in.

$\frac{7}{24}$	Tenerife
$\frac{6}{24}$	$\frac{1}{4}$ La Palma
$\frac{4}{24}$	$\frac{1}{6}$ Kreta
$\frac{4}{24}$	$\frac{1}{6}$ Aruba
$\frac{3}{24}$	$\frac{1}{8}$ Malediven



Opdracht 2

Vereenvoudig de volgende breuken.

$$\frac{14}{40} = \frac{7}{20}$$

$$\frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{22}{66} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{20}{50} = \frac{2}{5}$$

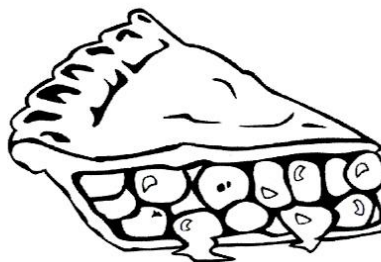
$$\frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{12}{72} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{10}{55} = \frac{2}{11}$$

$$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$



Reken de volgende sommen uit.

$$3\frac{1}{5} : 2 = \frac{16}{5} : 2 = \frac{8}{5}$$

$$1\frac{1}{5} : 6 = \frac{6}{5} : 6 = \frac{1}{5}$$

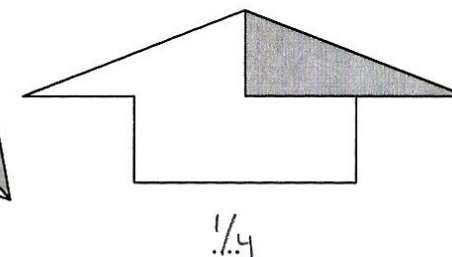
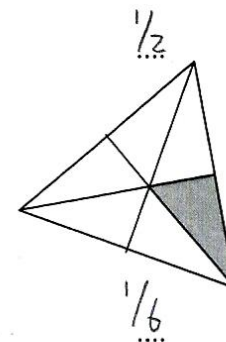
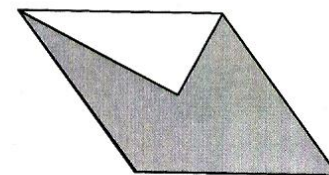
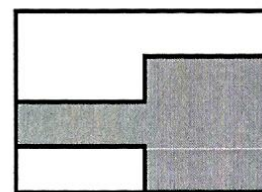
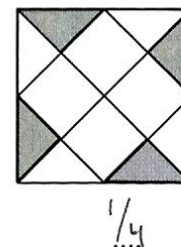
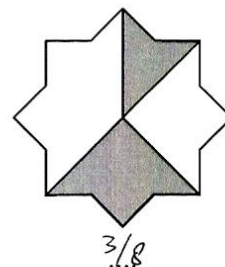
$$1\frac{1}{4} : 5 = \frac{5}{4} : 5 = \frac{1}{4}$$

$$3\frac{3}{4} : 5 = \frac{15}{4} : 5 = \frac{3}{4}$$

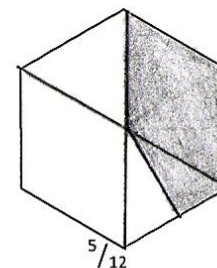
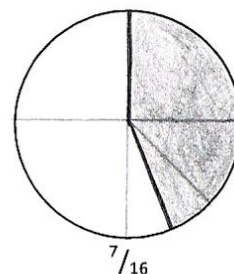
$$2\frac{2}{3} : 4 = \frac{8}{3} : 4 = \frac{2}{3}$$

Opdracht 3

Welk deel van het vlak is grijs geverfd?



Teken en verf het juiste deel van het vlak.



Bijlage 4 - Enquête

Op de volgende pagina vindt u het papier dat de kinderen kregen tijdens de oefendag.

Van tevoren

Wat ga je straks doen?

- ☐ Ambrasoft
- ☐ RekenWeb

Ken je Ambrasoft en RekenWeb al?

- ☐ Ik ken het allebei niet.
- ☐ Ik ken Ambrasoft al.
- ☐ Ik ken RekenWeb al.
- ☐ Ik ken allebei al.

Als je het kent, wat vond je er van?

Ambrasoft:

RekenWeb:

Wat ga je doen?

Ambrasoft:

- Open Ambrasoft via het startmenu, onder Groep 8, en kies dan je groep.
- Ga naar Rekenen, en dan Breuken
- Klik op je naam
- Dan ga je (op deze volgorde) oefenen met:
 1. Breukenquiz
 2. Pauze
 3. Het laatste Feestje

Als je er niet uit komt, dan kan je altijd weer terug met de rode pijl links onderaan.

RekenWeb:

- Open Firefox via het startmenu, onder programma's.
- Ga naar www.rekenweb.nl
- Klik op Spelletjes
- Zoek de knop Breuken
- Dan ga je (op deze volgorde) oefenen met:
 1. Een breuk schenken
 2. Verffabriek
 3. Eerlijk verdelen

Als je er niet uit komt, dan kan je altijd weer terug met de grijze pijl terug, links bovenaan.

Aan het eind

Wat vond je van het programma? (omcirkel het goede antwoord en leg uit)

Leuk/niet zo leuk, want:

Moeilijk/makkelijk, want:

Bijlage 5 - Resultaten enquête

Tabel 1: De leerlingen die hebben geoefend met AmbraSoft.

Leerling	Bekend met:	Over AmbraSoft: <i>leuk of niet leuk</i>	Over RekenWeb: <i>leuk of niet leuk</i>	Na het oefenen: <i>Leuk of niet leuk</i>	Na het oefenen: <i>Moeilijk of makkelijk</i>
AS-01	AmbraSoft RekenWeb	Ik heb er wel eens mee gewerkt.	Ik heb er wel eens mee gewerkt.	Leuk: Je leert leuk rekenen.	Makkelijk: op het begin was het heel erg makkelijk vind ik.
AS-02	AmbraSoft RekenWeb	Ik vind het wel leuk en heb er wel eens mee gewerkt.		Leuk: het was heel leerzaam.	Moeilijk/makkelijk: feestje was moeilijk maar die andere niet.
AS-03	AmbraSoft	Ik heb het thuis.		Leuk: je moet er echt bij nadenken.	Moeilijk: er zaten wel pittige sommen tussen.
AS-04	AmbraSoft RekenWeb	Leuke leerzame spelletjes	Je kan er leuke spelletjes op spelen.	Leuk: je leert leuk rekenen.	Makkelijk: het is heel logisch.
AS-05	AmbraSoft	Ik vond het leuk, maar nu niet meer.		Leuk: het is niet in een schrift en niet op de computer.	Moeilijk: het laatste was pittig.
AS-06	AmbraSoft	Ik vind het best leuk gemaakt.		Leuk: Er was wel afwisseling.	Makkelijk: de laatste was een beetje moeilijk, maar de rest niet.
AS-07	AmbraSoft	Ik vond het best leuk.		Leuk: je leerde op een leuke manier, maar soms was het te makkelijk	Makkelijk: het waren makkelijke sommen.
AS-08	AmbraSoft	Leuk.		Leuk: het was goed te begrijpen.	Moeilijk/makkelijk: ik vond de eerst twee makkelijk maar de derde wat moeilijker.
AS-09	AmbraSoft	Ik heb het op school gedaan.		Leuk: het was best wel veel nadenken.	Moeilijk: de breuken vermenigvuldigen was moeilijk.
AS-10	AmbraSoft RekenWeb	Ik vond het (best saai) niet echt leuk.	Niet echt leuk.	Leuk: als je weet hoe het moet wordt het makkelijk.	Moeilijk/makkelijk: sommige sommen zijn moeilijk of makkelijk.
AS-11	AmbraSoft	Ik vond het leuk.		Leuk: het was leerzaam.	Makkelijk: we hadden alles al gehad.
AS-12	AmbraSoft			Leuk: je ziet allemaal soort van filmpjes.	Makkelijk: de meeste sommen kon ik wel.

Tabel 2: De leerlingen die hebben geoefend met RekenWeb.

Leerling	Bekend met:	Over AmbraSoft: <i>leuk of niet leuk</i>	Over RekenWeb: <i>leuk of niet leuk</i>	Na het oefenen: <i>Leuk of niet leuk</i>	Na het oefenen: <i>Moeilijk of makkelijk</i>
RW-01	AmbraSoft			Niet zo leuk: ik vind het kinderachtig. En het is niet goed uitgelegd.	Makkelijk: Het is veel te makkelijk voor groep acht en er zijn hele simpele sommetjes.
RW-02				Niet zo leuk: ik vind het heel faag en het werkt lastig.	Moeilijk: Als je op één verkeerd knopje drukt is alles weg.
RW-03	AmbraSoft			Niet zo leuk: Het is heel onduidelijk en heel kinderachtig en veel te makkelijk.	Makkelijk: het is gewoon te makkelijk voor groep 8 en het zijn simpele sommen.
RW-04	AmbraSoft RekenWeb	Ik vond het geweldig.	Niet echt leuk.	Leuk/niet zo leuk: sommige opgaves waren zinloos en sommige waren echt interessant.	Makkelijk: deze wist ik al.
RW-05	AmbraSoft	Er zijn leuke spellen.		Niet zo leuk: het is onduidelijk hoe het werkt en kinderachtig.	Makkelijk: het zijn super simpele sommen.
RW-06	AmbraSoft	Ik vond het wel leuk maar ik heb het lang niet meer gezien.		Leuk: het is grappig en beter dan reken sommetjes.	Makkelijk: het is minder moeilijk dan reken sommetjes.
RW-07	AmbraSoft	Ik vond het wel leuk want het is leuk leren rekenen.		Leuk/niet zo leuk: sommige waren leuk en sommige niet.	Makkelijk: het waren hele makkelijke opdrachten.
RW-08	AmbraSoft RekenWeb	Leuk want het helpt je goed.	Leuk want je leert er veel van in de vorm van spelletjes.	Leuk: het zijn leuke spelletjes en je leert er van.	Makkelijk: de spelletjes waren niet zo moeilijk.
RW-09	AmbraSoft RekenWeb	Wel leuk want je kan robbie's verdienen.	Ook leuk omdat het spelletjes zijn.	Leuk: je leert door een spel te spelen.	Makkelijk: ik begreep alles.

Bijlage 6 - Resultaten tests

Resultaten van de leerlingen die met AmbraSoft hebben geoefend.

Maximaal	Test 1									Test 2									Verschil met T1	Test 3									Verschil met T1	Verschil met T2	
	Opdr. 1			Opdr. 2			Opdr. 3			Opdr. 1			Opdr. 2			Opdr. 3				Opdr. 1			Opdr. 2			Opdr. 3					
	A	B	C	A	B	C	A	B	Score	A	B	C	A	B	C	A	B	Score		A	B	C	A	B	C	A	B	Score			
	6	5	5	10	5	5	6	2	44		6	5	5	10	5	5	6	2	44		6	5	5	10	5	5	6	2	44		
AS-01	0	2	0	6	0	0	3	2	13		0	0	3	4	5	5	6	0	23	10	3	0	0	4	4	4	5	2	22	9	-1
AS-02	0	3	2	7	0	0	3	2	17		0	0	2	5	0	0	5	1	13	-4	0	0	1	5	0	0	6	2	14	-3	1
AS-03	0	3	0	5	0	0	5	1	14		0	0	0	5	5	5	6	1	22	8	0	0	4	7	0	0	5	2	18	4	-4
AS-04	0	4	4	4	0	0	6	2	20		0	0	1	5	5	5	6	2	24	4	6	5	0	6	5	3	6	2	33	13	9
AS-05	6	5	1	8	0	0	4	1	25		1	0	1	8	0	5	6	1	22	-3	0	0	0	9	0	3	5	0	17	-8	-5
AS-06	4	2	1	7	0	0	5	2	21		0	0	3	5	5	5	5	2	25	4	6	0	4	7	4	4	6	2	33	12	8
AS-07	4	5	3	10	0	0	6	2	30		4	5	2	8	5	5	6	2	37	7	4	5	1	10	5	5	4	1	35	5	-2
AS-08	0	0	0	6	0	0	5	1	12		0	0	0	3	5	5	5	1	19	7	0	0	0	5	0	0	6	2	13	1	-6
AS-09	5	5	3	7	0	0	4	1	25		0	0	5	8	5	5	5	1	29	4	0	0	0	6	5	4	5	2	22	-3	-7
AS-10	2	0	0	0	0	0	4	1	7		0	0	0	2	5	5	4	2	18	11	0	0	0	2	0	0	1	2	5	-2	-13
AS-11	0	0	0	2	0	0	5	2	9		0	0	1	5	5	5	5	2	23	14	0	0	0	3	0	0	5	1	9	0	-14
AS-12	6	4	0	8	0	5	5	1	29		0	0	4	9	5	5	5	1	29	0	6	5	0	9	0	0	6	2	28	-1	-1
Gemiddeld	2	3	1	6	0	0	5	2	19		0	0,4	2	5,6	4	5	5	1	24	5	2,1	1,3	0,8	6,1	1,9	1,9	5	1,7	21	2	-3

Resultaten van de leerlingen die met RekenWeb hebben geoefend.

Maximaal	Test 1									Verschil met T1	Test 3									Verschil met T1	Verschil met T2									
	Opdr. 1			Opdr. 2			Opdr. 3				Opdr. 1			Opdr. 2			Opdr. 3													
	A	B	C	A	B	C	A	B	Score		A	B	C	A	B	C	A	B	Score											
	6	5	5	10	5	5	6	2		6	5	5	10	5	5	6	2		6	5	5	10	5	5	6	2				
RW-01	6	0	3	6	0	0	5	2	22		0	0	0	7	0	0	6	2	-7	0	0	0	5	0	0	5	1	11	-11	-4
RW-02	1	0	1	5	0	0	6	2	15		0	0	0	8	0	0	6	0	-1	0	0	0	5	0	0	5	0	10	-5	-4
RW-03	6	5	0	7	0	0	4	1	23		0	0	1	8	5	5	6	1	3	0	5	5	6	5	5	5	1	32	9	6
RW-04	5	4	0	10	5	5	6	1	36		0	0	5	10	5	5	6	2	-3	0	5	0	10	5	5	4	2	31	-5	-2
RW-05	0	5	0	7	0	0	5	1	18		0	0	0	4	0	0	5	2	-7	0	0	0	4	0	0	4	2	10	-8	-1
RW-06	0	0	1	6	2	0	4	2	15		0	0	5	6	5	0	5	1	7	0	0	1	3	0	0	6	2	12	-3	-10
RW-07	2	0	0	9	0	0	4	2	17		0	0	0	6	0	0	5	2	-4	0	0	1	8	0	0	6	0	15	-2	2
RW-08	4	0	0	8	0	0	5	2	19		0	0	5	5	0	0	6	1	-2	3	3	0	9	0	2	6	2	25	6	8
RW-09	0	0	2	4	0	0	4	2	12		0	0	2	2	0	0	5	2	-1	0	0	0	1	0	0	5	0	6	-6	-5
Gemiddeld	2	3	1	6	0	0	5	2	18		0	0	2	5,6	2	1	5	1	-2	0,3	1,3	0,7	5,1	1	1,2	4,6	1	15	-3	-1

