

**Het digitale schoolbord  
als katalysator  
voor begripsontwikkeling  
bij  
rekenen-wiskunde**

augustus 2009

# COLOFON

Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

Auteurs

Helen Reed, Monica Wijers, Paul Drijvers, Vincent Jonker, Frans van Galen

Versie

31 augustus 2009



Onderzoek uitgevoerd met financiering van Kennisnet in het kader van de Stimuleringsregeling Educatief Onderzoek

Contact

Monica Wijers, [m.wijers@fi.uu.nl](mailto:m.wijers@fi.uu.nl)

Postbus 9432

3506 GK Utrecht

# INHOUDSOPGAVE

|  |    |
|--|----|
| Colofon .....  | 2  |
| Inhoudsopgave .....  | 3  |
| Inleiding .....  | 7  |
| <br>   |    |
| DEEL I: ontwikkelingskader .....                                       | 9  |
| 1. Probleemstelling en onderzoeksvraag .....                           | 9  |
| 2. Digitale schoolborden .....   | 10 |
| 3. Digibordaandeel in het Nederlandse basisonderwijs .....             | 10 |
| 4. Effecten van het digibord in het basisonderwijs .....               | 11 |
| 5. Begripsvorming bij rekenen-wiskunde .....                           | 13 |
| 5.1 Realistisch reken-wiskunde onderwijs .....                         | 13 |
| 5.2 Interactieve tools .....   | 14 |
| 5.2.1 Educatieve spelletjes .....                                      | 14 |
| 5.2.2 Virtuele manipulatieven .....                                    | 15 |
| 5.2.3 Dynamische simulaties .....                                      | 15 |
| 6. Kenmerken van een reken-wiskundeles gericht op begripsvorming ..... | 16 |
| 6.1 Sociale interactie .....   | 16 |
| 6.2 Verkenning .....   | 16 |
| 6.2.1 Collectieve verkenning .....                                     | 16 |
| 6.2.2 Zelfstandige verkenning .....                                    | 17 |
| 6.3 Reflectie .....  | 17 |
| 6.4 Lesopbouw .....  | 17 |
| <br>   |    |
| DEEL II: HUIDIGE SITUATIE .....  | 19 |
| 7. Beschikbare digibord-software voor de begripsvorming .....          | 19 |
| 8. Ontwerpers en hun ideeën .....                                      | 20 |
| 8.1 Ontwerpers van commerciële producten .....                         | 20 |
| Promethean .....   | 20 |
| Cambridge/Hitachi .....  | 21 |
| Sahara Interactive .....   | 21 |
| RM .....   | 21 |
| 8.2 Educatieve uitgeverijen .....                                      | 21 |
| Malmberg .....   | 22 |
| Thieme Meulenhoff .....  | 22 |
| Zwijsen .....  | 23 |
| Noordhoff .....  | 23 |
| Bekadidact .....   | 24 |
| 8.3 Ontwerpers van methodeonafhankelijk interactief materiaal .....    | 24 |
| Freudenthal Instituut .....  | 24 |
| 9. Ervaren leerkrachten en hun handelingspraktijken .....              | 25 |
| Leerkracht 1 .....   | 25 |
| Leerkracht 2 .....   | 27 |
| Leerkracht 3 .....   | 29 |
| Kenmerken van de handelingspraktijken .....                            | 31 |

|   |    |
|---|----|
| DEEL III: SCENARIO'S .....  | 32 |
| 10. Richtlijnen voor de inzet van het digibord voor begripsvorming .....  | 32 |
| 11. Scenario's .....  | 35 |
| 11.1 Keuze en kenmerken van scenario's .....  | 35 |
| 11.2 Scenario 1: Klokkijken tot 5 minuten.....  | 37 |
| 11.3 Scenario 2: Tafels van 8 en 9 .....  | 38 |
| 11.4 Scenario 3: Oppervlakte .....  | 39 |
| 11.5 Scenario 4: Onderzoeksles.....   | 40 |
| DEEL IV: CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....  | 41 |
| 12. Conclusies.....   | 41 |
| 12.1 Toegevoegde waarde voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde .....   | 41 |
| 12.2 Randvoorwaarden voor de succesvolle inzet van het digibord .....   | 43 |
| 12.3 Antwoord op de centrale onderzoeksvraag .....  | 43 |
| 13. Aanbevelingen.....  | 44 |
| 13.1. Aanbevelingen voor de praktijk.....   | 44 |
| 13.2. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....  | 44 |
| Referenties .....   | 46 |
| Bijlagen.....   | 48 |
| Bijlage A: Beschikbare digibord-software voor de begripsvorming .....   | 50 |
| Bord- en methodeonafhankelijke digibord-software .....  | 50 |
| ACTIVprimary .....  | 50 |
| Mult-e-Maths Toolbox .....  | 50 |
| C-tools .....   | 51 |
| Easiteach .....   | 51 |
| Methodegebonden digibord-software .....   | 52 |
| Alles Telt 2 <sup>e</sup> editie .....  | 52 |
| De Wereld in Getallen en Pluspunt.....  | 53 |
| Rekenrijk 3 <sup>e</sup> editie .....   | 54 |
| Wis en Reken.....   | 54 |
| Wizwijs .....   | 54 |
| Methodeonafhankelijk interactief les- en leermateriaal.....   | 55 |
| Bijlage B: Digibordlessen.....  | 56 |
| De lesbeschrijvingen in deze bijlage corresponderen met de vier scenario's:.....                                      | 56 |
| De lessen zijn terug te vinden op <a href="http://www.rekenweb.nl/digibord">http://www.rekenweb.nl/digibord</a> ..... | 56 |
| Les 1 - Klokkijken tot 5 minuten.....   | 57 |
| Achtergrond .....   | 57 |
| Lesbeschrijving .....   | 57 |
| Bijlage bij les 1: Beschrijving van de tools.....   | 59 |
| Klokkijken .....  | 59 |
| Klok.....   | 61 |
| Werkblad bij les 1 - Klokkijken .....   | 62 |
| Matchingsopdracht Klokkijken .....  | 63 |

|  |    |
|--|----|
| Les 2 - Tafels van 8 en 9 .....                          | 64 |
| Les over tafels van 8 en 9 met het digibord.....         | 64 |
| Achtergrond .....  | 64 |
| Lesbeschrijving .....                                    | 64 |
| Bijlage bij les 2 - Beschrijving van de tools.....       | 67 |
| Het spel “Kikker Max” van het RekenWeb .....             | 67 |
| Vijf op een rij.....                                     | 67 |
| Tafel UFO.....   | 68 |
| Werkblad bij les 2 - Tafels van 8 en 9 .....             | 69 |
| <br>   |    |
| Les 3 - Oppervlakte .....                                | 70 |
| Achtergrond .....  | 70 |
| Lesbeschrijving .....                                    | 71 |
| Werkblad bij les 2 - Oppervlakte.....                    | 73 |
| <br>   |    |
| Les 4 - Onderzoeksles getalpatronen.....                 | 78 |
| Achtergrond .....  | 78 |
| Lesbeschrijving .....                                    | 78 |
| Bijlage bij les 4.....                                   | 81 |
| Beschrijving van de onderzoekstoets/spelletjes.....      | 81 |
| Kettingrijgen.....                                       | 81 |
| Sommenvierkant.....                                      | 82 |
| Werkblad 1 bij les 4: Kettingrijgen.....                 | 83 |
| Werkblad 2 bij les 4: Sommenvierkant .....               | 84 |
| Werkblad 3 bij les 4: Controleer het sommenvierkant..... | 85 |
| Werkblad 4 bij les 4: Maak je eigen sommenvierkant.....  | 86 |



# INLEIDING

Computers worden door leraren in het basisonderwijs overwegend ingezet voor oefenactiviteiten. Het is opvallend dat de computer bij rekenen-wiskunde niet of nauwelijks wordt ingezet in de fase die aan het oefenen voorafgaat, die van de begripsontwikkeling. De beschikbaarheid van digitale schoolborden maakt een andere inzet van de computer mogelijk. Daarmee rijst de vraag of en op welke manier dit nieuwe medium ook in de begripsvormende fase van het leerproces in het reken-wiskundeonderwijs kan worden ingezet.

Dit onderzoek kent de volgende centrale onderzoeksvraag: *Op welke manier kan het digitale schoolbord worden ingezet als katalysator voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde in het basisonderwijs?* Deze centrale vraag is nader gespecificeerd in een viertal deelvragen:

1. Wat is er op dit moment aan software beschikbaar voor het digitale schoolbord voor het vak rekenen-wiskunde?
2. Welke ideeën hebben de ontwerpers van dit materiaal over de inzet ervan en over de rol die het kan spelen bij de begripsvorming?
3. Op welke manier gebruiken ervaren leraren de materialen en hoe motiveren zij dit type gebruik?
4. Wat zijn geschikte scenario's of onderwijsarrangementen voor het gebruik van het digitale schoolbord ten behoeve van begripsvorming?

Deze deelvragen zijn beantwoord middels een aantal elkaar aanvullende onderzoeksactiviteiten. Ten eerste is een algemeen **ontwikkelingskader** voor het onderzoek opgezet op basis van relevante onderzoeksliteratuur. Dit kader wordt in Deel I beschreven. Ten tweede is de **huidige situatie** (deelvragen 1, 2 en 3) in kaart gebracht. Het aanbod aan reken-wiskundemateriaal voor gebruik op het digitale schoolbord is geïnventariseerd. Tevens zijn de ideeën van een aantal ontwerpers achterhaald en is een aantal lessen van leerkrachten met ervaring met het digibord geobserveerd en geanalyseerd. De beschrijving van de huidige situatie is te vinden in Deel II. De derde activiteit betrof het ontwikkelen en beschrijven van **scenario's**, oftewel onderwijsarrangementen, waarmee een antwoord wordt gegeven op de vierde deelvraag. Deze scenario's, de totstandkoming daarvan en de uitgevoerde interventies ermee worden in Deel III beschreven. Tot slot worden in Deel IV de **conclusies en aanbevelingen** van het onderzoek uiteengezet.





# DEEL I: ONTWIKKELINGSKADER

## 1. Probleemstelling en onderzoeksvraag

Computers worden door leraren in het basisonderwijs overwegend in het onderwijs ingezet voor oefenactiviteiten (Kennisnet, 2007a). Ook wanneer we specifiek het aanbod aan software voor het vak rekenen-wiskunde in ogenschouw nemen, valt op dat dit voornamelijk op oefening is gericht. Methodegebonden software vervangt in het rekenboek doorgaans oefenstof en opdrachten voor zelfstandige verwerking. Daarnaast is er een groot aanbod van methodeonafhankelijke oefenprogramma's op de markt.

Oefenprogramma's richten zich op het consolideren en automatiseren van vaardigheden. Het uitgangspunt daarbij is dat de leerling al inzicht heeft in het onderwerp waarop de oefeningen betrekking hebben, en over de basiskennis beschikt die aan de te oefenen vaardigheid ten grondslag ligt. Het is echter opvallend dat de computer bij rekenen-wiskunde niet of nauwelijks wordt ingezet in de fase die aan het oefenen voorafgaat, die van de begripsontwikkeling. Eén van de redenen daarvoor is dat een normale computer geschikt is voor individueel werk of voor werken in tweetallen, maar zich minder goed leent voor de interactieve werkvormen, die zo kenmerkend zijn voor het reken-wiskundeonderwijs dat zich richt op begripsvorming.

De beschikbaarheid van beamers en digitale schoolborden maken een andere inzet van de computer mogelijk. Nu met name het digitale schoolbord (*digibord*) zich in snel tempo een plaats verovert in het basisonderwijs (Fisser & Gervedink, 2007), rijst de vraag of en op welke manier dit nieuwe medium ook in de begripsvormende fase van het leerproces in het reken-wiskundeonderwijs kan worden ingezet. Dit onderzoek kent de volgende centrale onderzoeksvraag: *Op welke manier kan het digitale schoolbord worden ingezet als katalysator voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde in het basisonderwijs?*

Bij het beantwoorden van deze vraag geldt als randvoorwaarde dat de gedane suggesties en richtlijnen zowel realiseerbaar moeten zijn met het thans beschikbare digibordmateriaal als haalbaar moeten zijn binnen de handelingspraktijken van leerkrachten.

In dit deel wordt het ontwikkelingskader voor het onderzoek beschreven. Hiervoor is relevante onderzoeksliteratuur geraadpleegd, zowel over de aanwezigheid en het gebruik van het digitale schoolbord in het primair onderwijs, als over de begripsvorming bij rekenen-wiskunde. Dit heeft geleid tot een beschrijving van de kernelementen van een reken-wiskundeles ten behoeve van de begripsvorming, waarbij specifiek een basis wordt gelegd voor de inzet van het digibord.

## 2. Digitale schoolborden

Een digitaal schoolbord is een groot scherm dat gevoelig is voor aanrakingen en dat in verbinding staat met een beamer en een computer. De beamer projecteert het beeld van de computer op het scherm, dat te bedienen is met de hand of een speciale pen. Alles wat op een computerscherm kan worden vertoond kan op deze manier worden geprojecteerd en bewerkt op het digibord. Dit betekent dat lessen op een eenvoudige manier gebruik kunnen maken van software, filmpjes, animaties, muziekfragmenten, interactieve teksten, presentaties, enzovoort. Wanneer het digibord tevens in verbinding staat met het Internet, kunnen uitstapjes naar websites in de les worden opgenomen. Daarbij is het mogelijk om aantekeningen die op het bord gemaakt zijn op te slaan en later weer op te roepen.

Grofweg zijn er drie soorten digitale schoolborden (Kennisnet, 2007b):

- *Elektromagnetische borden* zijn harde borden die aanvoelen als een gewoon whiteboard, maar die gebruik maken van elektromagnetische technologie. Er kan alleen op geschreven worden met behulp van een speciale, bijgeleverde pen.
- *Druksensitieve borden* zijn zachte borden die met ieder voorwerp kunnen worden bediend. Het bord bestaat uit twee schermen met een laag lucht ertussen. Wanneer op het bord wordt gedrukt verdwijnt de lucht op dat punt, wat door het bord wordt geregistreerd als een muisklik.
- *Ultrasoon-infrarood borden* maken gebruik van ultrasoon-infrarood technologie, waardoor een gewoon whiteboard of ander hard oppervlak als digitaal bord kan worden gebruikt.

## 3. Digibordaandeel in het Nederlandse basisonderwijs

In 2006 beschikte 11% van de basisscholen over tenminste één digibord, en nog eens 34% gaf aan binnen twee jaar een digibord aan te willen schaffen (Plantinga & Van Diepen, 2006). Onderzoek uit 2007 toonde aan dat digiborden inmiddels op 48% van de basisscholen werden gebruikt (Intomart Gfk, 2007). Voor het schooljaar 2009-2010 is de prognose dat 80% van de basisscholen over tenminste één digibord beschikt (Kennisnet, 2008). De meest gebruikte digiborden zijn het ACTIVboard en het SMARTboard, waarbij de meeste basisscholen voor het harde ACTIVboard kiezen (Agterberg & Theeuwes, 2007; Kennisnet, 2007c).

## 4. Effecten van het digibord in het basisonderwijs

De academische en veldliteratuur uit zich overwegend positief over de potentiële leereffecten van het digibord. Een kanttekening is wel dat deze bevindingen grotendeels gebaseerd zijn op subjectieve ervaringen van leerkrachten en leerlingen, en minder op empirisch bewijs. Daarom moeten de gerapporteerde effecten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Daarnaast is duidelijk dat geen van de potentiële baten gerealiseerd zal worden wanneer de leerkracht zijn of haar lesgedrag daar niet op afstemt. Wanneer bijvoorbeeld het digibord louter gebruikt wordt om statische presentaties van de lesstof te geven, zal het gebruik van het bord niet meer effect hebben dan het gebruik van andere presentatiemiddelen. Met andere woorden, het digibord is en blijft een hulpmiddel, waarvan het nut en het leereffect afhangen van de manier waarop de docent ermee omgaat.

Een algemeen aanvaarde conclusie in de geraadpleegde literatuur is dat de unieke potentiële bijdrage van het digibord aan het onderwijs voortkomt uit de combinatie van *technische* en *pedagogische* interactiviteit. Hiermee wordt bedoeld dat interactie tussen zowel leerkracht en leerlingen, als tussen leerlingen onderling, gekoppeld aan fysieke interactie met het digibord, de mogelijkheid geeft tot collectieve betekenisverlening (Smith, Higgins, Wall, & Miller, 2005).

Over het algemeen kan een driedeling in de geconstateerde effecten worden gemaakt. Ten eerste zijn er effecten op het gebied van 'whole-class teaching strategies' waarop door het gebruik van het digibord meer nadruk wordt gelegd (Becta, 2004; Cogill, 2002). Er kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een verrijking van instructie, demonstratie en modellering, door mediarijk interactief materiaal in de les op te nemen, en door handelingen en hun gevolgen op verschillende manieren zichtbaar te maken. Een positief aspect is dat de leerkracht het ICT-gebaseerd materiaal in de les kan gebruiken, zonder daarbij oogcontact met de leerlingen te verliezen. Verder ondersteunt het digibord klassikale discussies, waarbij de leerkracht bijvoorbeeld het gemaakte werk toont en met de klas doorneemt en daarbij kernpunten naar voren haalt en bekrachtigt, door middel van collectieve reflectie en evaluatie. Door het vragenstellen te stimuleren, en door verschillende aanpakken gezamenlijk op het digibord te verkennen, kunnen de kwaliteit van interactie en de collectieve betrokkenheid en participatie bij dergelijke klassengesprekken worden verhoogd.

Een tweede groep effecten betreft de extra didactische mogelijkheden door de inzet van materialen die het digibord biedt (Agterberg & Theeuwes, 2007; Becta, 2004; Cogill, 2002; Smith et al., 2005). Er kan een breed scala aan elektronisch en multimediaal materiaal uit een grote variëteit aan bronnen naar behoefte en binnen één geïntegreerde multimediaomgeving worden aangeboden. Zo kunnen filmpjes, animaties, krantenartikelen, bladzijden uit (werk)boeken, plattegronden, kaarten, interactieve modellen en hulpmiddelen, dynamische simulaties etcetera worden samengebracht ter ondersteuning van de les. Hierdoor krijgt de leerkracht de mogelijkheid op diverse leerstijlen (w.o. visueel, auditief en kinesthetisch) in te spelen, en zelfs om nieuwe leerstijlen te stimuleren. Verder kan hij/zij het leerproces verdiepen door het gebruik van materialen waarmee concepten kunnen worden gevisualiseerd en toegelicht en waarmee

leerlingen op een hoger of dieper niveau kunnen worden geëngageerd. Dergelijk materiaal kan zowel van tevoren worden ontwikkeld en klaargezet als op een creatieve en spontane manier ter plekke tijdens de les ontstaan. Zo kan er op een eenvoudige, dynamische en veelzijdige manier worden ingegaan op vragen en behoeften van individuele leerlingen. Naast deze didactische mogelijkheden heeft het digibord ook technisch-administratieve voordelen. Leerkrachten kunnen alles wat op het bord staat – inclusief aantekeningen – opslaan, afdrukken, terugroepen, aanpassen en verwerken, wat revisie van eerder gemaakt werk faciliteert en hernieuwd gebruik ervan mogelijk maakt waardoor niet alles steeds opnieuw hoeft te worden gedaan. Bovendien kunnen leerkrachten van elkaars werk profiteren, door lesmateriaal uit te wisselen.

De derde groep effecten die we onderscheiden heeft betrekking op de leerlingen zelf (Agterberg & Theeuwes, 2007; Becta, 2004; Cogill, 2002; Smith et al., 2005). Vanuit het perspectief van de technische interactiviteit, dat in het begin van dit hoofdstuk is aangestipt, is gebleken dat leerlingen het prettig vinden om fysiek met het bord om te gaan, en tekst en beelden met de hand te manipuleren. Doordat geen toetsenbord nodig is om met het lesmateriaal in interactie te gaan, wordt de toegang voor met name jongere kinderen verbeterd. Daarnaast zijn kinderen van nu erg visueel ingesteld, waar de visuele ondersteuningsmogelijkheden van het digibord goed bij aansluiten. Door de grootte ervan maakt het geprojecteerde beeld meer indruk en is het eenvoudiger om de aandacht van leerlingen te richten en vast te houden. Tezamen maakt dit de lesinhoud concreter, dynamischer en makkelijker te begrijpen en onthouden. Vanuit het perspectief van pedagogische interactiviteit is een van de effecten dat leerlingen niet bang zijn om fouten te maken of te exploreren, doordat ze directe feedback op hun activiteiten op het bord krijgen. Hierdoor worden ze gestimuleerd om hun leerproces te verdiepen en hun eigen vragen en hypothesen te genereren, die ze vervolgens makkelijk kunnen toetsen en bewijzen. Dit maakt het voor hen makkelijker om te discussiëren, te debatteren, te articuleren wat ze weten en begrijpen, en op creatieve wijze voor de klas te demonstreren wat ze kunnen. Hierdoor worden zowel de participatie, communicatie en samenwerking tussen leerlingen, als het eigen zelfvertrouwen verhoogd. Daarnaast, doordat het werk van leerlingen eenvoudig via het digibord kan worden gepresenteerd en besproken, wordt het leerlingenwerk de focus van de les, wat de taakgerichtheid bevordert en de zelfwaardering verhoogt. Verder is het mogelijk de denkprocessen van leerlingen zichtbaar te maken, vast te leggen, te becommentariëren en later weer terug te halen. Ten slotte, lessen met het digibord worden interessanter en leuker gevonden, wat de motivatie, betrokkenheid en het plezier van leerlingen verhoogt, en tot meer aandacht en concentratie voor de les kan leiden.

Uit het bovenstaande blijkt dat het digibord een bruikbaar middel is om het spanningsveld tussen maatwerk (ieder kind op maat bedienen) en 'hele klas' onderwijs te overbruggen. Doordat de gebruiksmogelijkheden en de effecten van het digibord zowel de individuele als de collectieve leerprocessen kunnen ondersteunen, kan het digibord op elke positie langs deze dimensie worden ingezet. Op deze manier kunnen ook verschillende groepen leerlingen worden bediend, zowel leerlingen die baat hebben bij verlengde instructie, als leerlingen die aan verrijking en verdieping van de leerstof toe zijn.

## 5. Begripsvorming bij rekenen-wiskunde

Naast deze algemene effecten op het leerproces van leerlingen wordt het proces van begripsvorming bij rekenen-wiskunde in het bijzonder ondersteund door een tweetal op theorie gebaseerde benaderingen die een basis bieden voor het effectief inzetten van het digibord. In dit hoofdstuk worden deze benaderingen beschreven, te weten de theorie van *realistisch reken-wiskunde onderwijs* en het gebruik van *interactieve tools*.

### 5.1 *Realistisch reken-wiskunde onderwijs*

De theorie van realistisch reken-wiskunde onderwijs is een domeinspecifieke onderwijstheorie waar het Nederlandse reken-wiskundeonderwijs grotendeels op berust. Volgens deze theorie doorlopen leerlingen een proces van geleid heruitvinden vanuit betekenisvolle contexten waarbij zij in een proces van progressief formaliseren en modelleren komen tot de vorming van wiskundige concepten (Gravemeijer, 1994; Keijzer, 2003; Treffers, 1987). Deze theorie kent een groot belang toe aan de fase die vooraf gaat aan die van het oefenen, namelijk die van de begripsvorming. Onder begripsvorming verstaan we het opbouwen van een betekenisvol en samenhangend relatienetwerk van reken-wiskundige concepten, bewerkingen en strategieën (Gravemeijer, 1994). Het organiseren (zogenaamd *mathematiseren*; Freudenthal, 1991) van materie in een dergelijk relatienetwerk gebeurt in een samenspel van symboliseren, modelleren, abstraheren, formaliseren en generaliseren, waarbij de eigen producties en constructies van leerlingen een belangrijke rol spelen.

Uitgangspunt is het besef dat kennisconstructie niet alleen een individueel proces is, maar tevens een ontwikkeling die plaats vindt in de klas als 'community of practice' (Wenger, 1998). Het leerproces moet daarom worden ondersteund door didactische activiteiten waarbij sociale interactie en collectieve onderhandeling van betekenis een belangrijke rol spelen. Het proces van begripsvorming wordt veelal aangestuurd door het probleemgeoriënteerd werken (Doorman et al., 2007), met als uitgangspunt een uitdagend en betekenisvol probleem. In de ontwikkeling van aanvankelijk informele 'concept images' (Vinner, 1983) spelen interactieve discussie over en reflectie op de aanpak van problemen een belangrijke rol (Nelissen, 1987; Van Galen & Buter, 1997). De opgeroepen discussies en redeneringen helpen de leerlingen nieuwe wiskundige concepten te verwerven en te formaliseren. Dergelijke interacties kunnen plaatsvinden tussen leerlingen en leraar (verticale interactie) en tussen leerlingen onderling (horizontale interactie). Interactie in de vorm van klassengesprekken, waarbij de leerkracht functioneert als 'gids' voor het geleid heruitvinden, is cruciaal in het proces van begripsontwikkeling (Nelissen, 2002).

Typerend voor de klassikale momenten in een rekenles is dat de leerkracht de leerlingen een bij voorkeur rijk, 'voorstelbaar' probleem voorlegt – binnen een contextsituatie of als 'kale' opgave – en dat leerlingen dat probleem gezamenlijk en explorerend proberen op te lossen. Vergelijking van verschillende aanpakken en honorering van verschillende typen inbreng tijdens de collectieve discussie, reflectie en evaluatie, kan vervolgens leiden tot vergroting, verdieping en verbreding van het inzicht van de leerlingen. In dit type interactie heeft de leerkracht een cruciale

rol, niet alleen als inhoudelijk deskundige en gids maar ook als 'orkestrator' van de begripsvorming via de klassikale interacties (Drijvers, 2007).

## 5.2 *Interactieve tools*

Wiskundig ICT-gereedschap, of tools, in de vorm van kleine computerprogramma's, kan het geleid heruitvinden conform de benadering van het realistisch rekenen faciliteren (Gravemeijer, Bakker, & Wubbels, 2007). Dergelijke tools kunnen leerlingen ondersteunen om de overgang te maken van het op informele wijze oplossen van problemen tot het symboliseren en modelleren van wiskundige objecten. Vooral het visuele element van deze tools biedt de mogelijkheid om leerlingen structuur, vorm en patronen in situaties te leren ontdekken, en om ze de overeenkomsten en verschillen tussen diverse structuren en hun effecten te laten constateren (Sutherland et al., 2002).

ICT-tools die bijzonder goed aansluiten bij dit proces zijn de zogenaamde *interactieve tools*, waarvan de gebruiker in real-time vorm of inhoud kan veranderen door middel van fysieke acties die verbonden zijn met acties binnen de elektronische omgeving. Dergelijke tools bieden een effectieve manier om leerlingen op een veelzijdige en actieve manier in interactie te laten gaan met de leerstof. Een extra voordeel is de beschikbaarheid van een grote hoeveelheid van allerlei soorten gratis tools, die leerkrachten via Internet kunnen bereiken of downloaden en zo in de les kunnen gebruiken.

Drie typen interactieve tools die voor de begripsvorming van waarde kunnen zijn worden hier nader besproken. Daarbij de waarschuwing dat een zorgvuldige selectie van de te gebruiken tools onontbeerlijk is om de beoogde leereffecten te kunnen behalen. Bij deze selectie dient in acht te worden genomen hoe getrouw het tool is in wiskundig, cognitief en pedagogisch opzicht (Moyer, Salkind, & Bolyard, 2008). Hiermee wordt bedoeld dat het tool de wiskundige eigenschappen van het object behoudt (bijvoorbeeld verhoudingen), dat de virtuele acties binnen de elektronische omgeving de cognitieve acties van de gebruiker weerspiegelen en dat leerkrachten en leerlingen geloven dat het tool de leerlingen helpt om bezig te zijn op een manier die overeenkomt met de wiskundige intenties van de leerkracht.

### 5.2.1 *Educatieve spelletjes*

Educatieve spelletjes zijn een effectieve manier om leerlingen spelenderwijs de ruimte te bieden voor eigen exploratie en ontdekkingen (Van Galen & Jonker, 2003). Educatieve spelletjes bieden leerlingen de mogelijkheid in een spelsituatie oplossingen te ontdekken en te ervaren hoe deze uitpakken in de praktijk. Een kind dat zelf iets uitvindt maakt vervolgens makkelijker gebruik van deze opgedane kennis dan wanneer het volgens voorgeschreven regels en procedures moet werken. De ruimte die kinderen krijgen om een eigen oplossing te zoeken voor een gesteld probleem wordt de *constructieruimte* genoemd. Het spelen van speciaal daarvoor ontworpen educatieve computerspellen kan deze constructieruimte goed benutten. Bovendien hebben dergelijke spellen vaak ingebouwde feedback zodat de speler naar aanleiding van de uitgevoerde acties aanwijzingen krijgt over goed oplossingsgedrag. Een voorbeeld van een educatief spelletje voor rekenen/wiskunde is een virtuele weegschaal waarop diverse soorten objecten gewogen kunnen worden. Hiermee ontwikkelen leerlingen op speelse wijze een gevoel voor gewichten en gewichtsverhoudingen.

### 5.2.2 Virtuele manipulatieven

Een zogenaamd virtueel manipulatief is een interactieve, visuele representatie van een dynamisch object, die mogelijkheden biedt voor de constructie van wiskundig inzicht, en die normaliter via gespecialiseerde Internetsites wordt aangeboden (Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002). Virtuele manipulatieven zijn in essentie computerbeelden van een concreet object die gemanipuleerd kunnen worden op dezelfde manier als dat object zelf (bijvoorbeeld: verplaatst, gedraaid, omgedraaid, enzovoort). Statische plaatjes van objecten, of beelden die door de computer worden gemanipuleerd in respons op een commando van de gebruiker, zijn dus géén virtuele manipulatieven, omdat ze deze interactieve mogelijkheden niet kennen.

Virtuele manipulatieven worden gemanipuleerd door middel van de muis of via equivalente bediening met de hand of een pen op een digibord. Ze bieden een aantal voordelen boven het gebruik van fysiek materiaal. Zo worden verschillende voorstellingen (verbaal, iconisch, symbolisch) met elkaar verbonden, wat leerlingen kan helpen de connecties tussen verschillende representaties van wiskundige objecten te leggen. Ook kunnen ze de aandacht vestigen op de belangrijkste aspecten van een object. Tenslotte kunnen ze meestal door de gebruiker veranderd worden, bijvoorbeeld door toevoeging van kleur, lijnen, markeringen en dergelijke. Voorbeelden van virtuele manipulatieven voor rekenen-wiskunde zijn 3D meetkundige figuren waarmee gestapeld en gebouwd kan worden, of bouwplaten die in elkaar gevouwen kunnen worden.

### 5.2.3 Dynamische simulaties

Dynamische simulaties zijn computer animaties van fysieke objecten of systemen en de acties die met of op een object of binnen een systeem kunnen worden uitgevoerd. Deze animaties kunnen zich afspelen in de echte wereld, waarbij rekening wordt gehouden met realistische condities en beperkingen, of in een fantasiewereld, waar effecten kunnen worden gemodelleerd op basis van instelbare parameters. Een voordeel van dergelijke simulaties is dat ze leerlingen zicht kunnen geven op de werking van complexe systemen, iets wat ze anders in het echt niet gauw zullen meemaken. Voorbeelden van dynamische simulaties voor rekenen-wiskunde zijn animaties van maatbekers die vol of leeglopen, of van een trein die sneller of langzamer optrekt afhankelijk van een instelbare snelheid en/of hellingsgetal.

## 6. Kenmerken van een reken-wiskundeles gericht op begripsvorming

Vanuit de hierboven beschreven pedagogische en didactische kaders zijn de kernelementen geïdentificeerd van een reken-wiskundeles die de begripsvorming tot doel heeft. Op globaal niveau wordt een dergelijke reken-wiskundeles gekenmerkt door activiteiten die gericht zijn op de begripsvorming, namelijk: *verkenning* van een rijke en betekenisvolle probleemsituatie, en *reflectie* op verschillende aanpakken en redeneringen. Binnen deze activiteiten speelt interactie een centrale rol. Dit betreft in de eerste plaats *sociale interactie* tussen leerkracht en leerlingen en tussen leerlingen onderling. Ten tweede speelt *interactie met leermateriaal* (fysiek of virtueel) een belangrijke rol. Aangezien we ons in dit onderzoek richten op de inzet van het digibord, wordt het fysieke leermateriaal hier buiten beschouwing gelaten en richten we ons op het digitaal, of virtueel materiaal. In dit hoofdstuk worden de kernelementen sociale interactie, verkenning en reflectie nader uitgewerkt, waarbij een basis wordt gelegd voor de mogelijke inzet van het digibord, die in hoofdstuk 10 en verder aan bod komt.

### 6.1 Sociale interactie

Essentieel voor de begripsvorming is de sociale interactie waarin leerkracht en leerlingen met elkaar in discussie gaan om samen de wiskundige betekenis van concepten, bewerkingen en strategieën te ontdekken. Een randvoorwaarde voor een goede interactieve les gericht op begripsvorming is dat de leerkracht een veilige en respectvolle omgeving weet te creëren, waarbinnen de leerlingen hun nek durven uitsteken en fouten durven maken en waarin informatie en ideeën openlijk worden uitgewisseld en alle leerlingen actief betrokken worden bij de les. De leerkracht kan de kwaliteit van de interactie verhogen door, bijvoorbeeld, open en stimulerende vragen, te stellen, die aanleiding geven tot kritisch denken en reflectie. Zo geeft de leerkracht leerlingen de vrijheid om sociale en cognitieve vaardigheden te oefenen, en helpt hij/zij de leerlingen eigen verantwoordelijkheid voor hun leerproces op te bouwen.

### 6.2 Verkenning

Verkenning van een concept of probleemsituatie kan op diverse manieren plaatsvinden: handelend (d.w.z. door middel van doe-activiteiten), kijkend (bijvoorbeeld aan de hand van multimedia animaties), en/of pratend (bijvoorbeeld aan de hand van klassengesprekken). De verkenning vindt vaak plaats in het kader van een uitdagend en betekenisvol probleem, waarover de leerkracht de leerlingen stimuleert na en mee te denken. Onderdeel van de verkenning kan zijn om de voorkennis van de leerlingen te activeren en op te frissen, zodat een basis wordt gelegd waarop de kennisconstructie kan voortbouwen. Hiervoor kan bijvoorbeeld leerlingenwerk worden gebruikt, wat bovendien het gevoel van ownership van het leerproces bevordert. Verkenning kan zowel in groepsverband (gezamenlijk) plaatsvinden als individueel of in tweetallen of kleine groepen. In alle gevallen is sociale interactie van belang.

#### 6.2.1 Collectieve verkenning

Wanneer de verkenning collectief (in groepsverband) gebeurt is het belangrijk dat de leerlingen allemaal met hetzelfde gezamenlijke doel bezig zijn. Daarom moet de aandacht van de leerlingen



tegelijk op dezelfde dingen worden gericht. Verder kan het nodig zijn uitleg en instructie te geven bij een bepaald (deel)onderwerp. Deze instructie gebeurt, afhankelijk van het onderwerp, veelal aan de hand van visuele rekenmodellen, zoals getallenlijn, honderdveld, maatbeker, breukenstrook, enzovoort. Hierbij kan ook gebruik worden gemaakt van de eerder beschreven interactieve tools: educatieve spelletjes (bijvoorbeeld sommenvierkant, klokkijken), virtuele manipulatieven (bijvoorbeeld bouwblokken) en dynamische simulaties (bijvoorbeeld een maatbeker die vol of leegloopt). De interactie met deze tools draagt eveneens bij aan de begripsvorming.

### **6.2.2 Zelfstandige verkenning**

Wanneer de leerlingen zelfstandig een (deel)onderwerp gaan verkennen kan dit ook in interactie met virtueel leermateriaal in de vorm van interactieve tools. Hierbij ligt de nadruk op de eigen producties binnen de constructieruimte. Deze activiteit vindt meestal plaats aan de hand van opdrachten die aansluiten op de gezamenlijke verkenning, als die heeft plaatsgevonden, en anders op de centrale probleemstelling. Soms werken leerlingen individueel; ook hier is echter voor de begripsvorming sociale interactie van belang waarbij leerlingen met elkaar communiceren over datgene wat ze ontdekken en leren en daarbij hun verworven kennis expliciteren. Daarom gaat de voorkeur bij zelfstandig werken uit naar werken in tweetallen of in kleine groepen.

## **6.3 Reflectie**

Reflectie kan op dezelfde manieren gestalte krijgen als verkenning en hoort tevens een element van evaluatie te bevatten. De kennis en vaardigheden die bij eerdere activiteiten zijn opgedaan worden besproken door de leerkracht en leerlingen onderling en geconsolideerd. Veelal gebeurt dit in groepsverband op een interactieve manier, zodat de hele klas kan profiteren van alle opgedane leerervaringen. Dan is het opnieuw belangrijk de aandacht van de leerlingen tegelijk op dezelfde dingen te richten. De leerlingen laten hun nieuw verkregen kennis en vaardigheden zien, door bijvoorbeeld een opdracht, die ze eerder zelfstandig met het virtuele leermateriaal deden, voor de klas te doen, of door hun eigen producties en oplossingen te presenteren. Zo worden verschillende aanpakken en oplossingsstrategieën zichtbaar gemaakt. Vervolgens gaat de leerkracht samen met de leerlingen in op verschillen en overeenkomsten tussen de gepresenteerde aanpakken. Voordelen en nadelen van een aanpak worden geëvalueerd, wat de leerlingen helpt effectieve en efficiënte keuzes te maken uit hun repertoire aan oplossingsstrategieën. Tot slot worden de belangrijkste leerpunten samengevat; ook dit kan plaatsvinden in interactie tussen leerkracht en leerlingen.

## **6.4 Lesopbouw**

Bovenbeschreven activiteiten hoeven niet allemaal in deze vorm in één les voor te komen, en evenmin hoeven ze in een vaste volgorde doorlopen te worden. De leerlingen kunnen bijvoorbeeld direct beginnen met zelfstandige verkenning van een probleemsituatie, of de gehele les kan de vorm hebben van een collectief discours over een bepaald onderwerp. Ook kunnen deze activiteiten binnen elke lesfase (dus iteratief) terugkomen, waarbij iedere keer de nadruk van de ene naar de andere werkvorm kan verschuiven. Zoals eerder opgemerkt laten we in dit onderzoek de fase van het oefenen ten behoeve van automatisering buiten beschouwing.



## DEEL II: HUIDIGE SITUATIE

In dit deel wordt de huidige situatie met betrekking tot de inzet van het digibord bij rekenen-wiskunde in het basisonderwijs in kaart gebracht. Het aanbod aan geschikt reken-wiskundemateriaal voor gebruik op het digibord is geïnventariseerd, waarbij is gekeken naar zowel commerciële producten als digibordsoftware van de educatieve uitgevers en naar algemeen beschikbaar lesmateriaal, zoals educatieve spelletjes op het Internet. Verder is er op beperkte schaal gekeken naar het productaanbod in het buitenland. Tevens zijn de ideeën van een aantal ontwerpers van digibordmateriaal achterhaald op basis van door henzelf gepubliceerde informatie aangevuld met gegevens uit directe bevraging. Vervolgens zijn van een aantal leerkrachten met ervaring in het gebruik van het digibord reken-wiskundelessen waarbij het digibord een centrale rol speelde, geobserveerd en geanalyseerd. Hieruit zijn kenmerken gedestilleerd van de handelingspraktijken en opvattingen van deze leerkrachten.

### 7. Beschikbare digibord-software voor de begripsvorming

Een inventarisatie is gemaakt van de op dit moment (begin 2009) beschikbare digibord-software die ingezet kan worden voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde. Dit kan software zijn die specifiek voor het digibord is ontwikkeld, of andere geschikte software. Hierbuiten valt software die alleen bedoeld is voor het oefenen van individuele vaardigheden. De inventarisatie is te vinden in Bijlage A. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen (1) commerciële, bord- en methodeonafhankelijke digibord-software, (2) methodegebonden digibord-software van de educatieve uitgeverijen, en (3) methodeonafhankelijk interactief les- en leermateriaal.

De hoofdlijnen uit deze inventarisatie worden hier samengevat. Veel digiborden zijn uitgerust met software waarin standaard een aantal algemene tools beschikbaar is. Hierbij valt te denken aan schrijf- en tekengereedschap (pen/potlood, penseel, gum, vulgereedschap, e.d.), zogenaamde 'revelatory tools' (gordijn, zoeklicht, vergrootglas, e.d.), verschillende achtergronden en afbeeldingen, en diverse hulpmiddelen (rekenmachine, liniaal, e.d.). Daarnaast biedt een aantal bordleveranciers en bordonafhankelijke leveranciers meer uitgebreide mogelijkheden ter ondersteuning van de leerkracht. Deze extra functionaliteit kan bijvoorbeeld een 'lessenbouwer' zijn, waarmee hele lessen in elkaar kunnen worden gezet en statisch lesmateriaal verrijkt en bewerkt kan worden door geluid, animaties, filmpjes, Internetlinks en dergelijke toe te voegen. Verder zijn er zogenaamde 'maths tools' die de gebruikelijke reken-wiskundemodellen bevatten, zoals getallenlijn, honderdveld, breukenstroken etcetera. Tenslotte zijn er lesbibliotheken waarin voorbeeldlessen worden verzameld. Voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde is de inhoud van deze lesbibliotheken op dit moment echter mager.

Ook de educatieve uitgeverijen zijn druk met het ontwikkelen en op de markt brengen van digibord-software ter ondersteuning van hun rekenmethoden. Deze ontwikkelingen volgen een rap tempo. Waar nog geen jaar geleden de meeste uitgeverijen weinig meer te bieden hadden dan ingescande of gedigitaliseerde bladzijden uit het les- en/of werkboek, hebben ze nu bijna allemaal fraai ogende interactieve digibord-software die de rekenles kan verrijken, met daarbij een scala

aan rekentools en -modellen die bij de betreffende methode aansluiten. Deze ontwikkeling valt voor de meeste uitgeverijen samen met de publicatie begin 2009 van nieuwe (edities van hun) reken-wiskunde methoden. Daarbij is voor de opzet van de digibord-ondersteuning soms aangesloten bij de lesorganisatie en -structuur zoals beschreven in de leerkrachthandleiding, en soms bij de inhoud in de les- of werkboeken van de leerlingen. Ook wanneer de digibordsoftware aansluit bij de lesorganisatie kunnen de bijbehorende onderdelen uit de leerlingboeken of uit de oefensoftware worden aangeroepen en op het digibord vertoond. Leerkrachten kunnen ook altijd gebruik maken van de aanwezige algemene digibordtools om bijvoorbeeld aantekeningen te maken. Er is nog geen gemeenschappelijk standaard bij de educatieve uitgeverijen voor wat betreft het bewaren van aantekeningen of het toevoegen van eigen lesmateriaal binnen de methodesoftware.

Een derde groep software die voor dit onderzoek van belang is betreft het grote aanbod aan vrij beschikbaar interactief les- en leermateriaal dat via Internet in de rekenles kan worden ingezet. Hoewel dit materiaal over het algemeen niet specifiek voor het digibord is ontwikkeld kan het vaak evengoed op het digibord worden vertoond en gebruikt. Er zijn bepaalde instanties die zelf veel interactief materiaal ontwikkelen en beschikbaar stellen (bijvoorbeeld Rekenweb, UK Primary National Strategy); daarnaast zijn er ook instanties (bijvoorbeeld Kennisnet) die verzamelsites onderhouden met links naar bronnen met interactief lesmateriaal. Tevens zijn er scholen of docenten die hun eigen verzamelingen aanleggen, bijhouden en voor anderen beschikbaar stellen. Hoewel de inventarisatie in Bijlage A enkele bronnen en verzamelsites vermeldt die op dit moment veel nuttig materiaal bevatten, moet de lezer zich ervan bewust zijn dat dit een zeer actief en snel veranderend gebied is, waardoor het beeld dat hier geschetst wordt slechts als momentopname mag worden gezien.

## 8. Ontwerpers en hun ideeën

In dit hoofdstuk worden de ideeën weergegeven achter de materialen die in hoofdstuk 7 en Bijlage A zijn beschreven. Het is gebaseerd op door de ontwerpers gepubliceerde informatie, aangevuld met gegevens uit directe bevraging van enkele ontwerpers.

### 8.1 *Ontwerpers van commerciële producten*

#### **Promethean**

Promethean (leverancier van het ACTIVboard en ACTIVprimary) neemt als uitgangspunt het interactieve klaslokaal, dat leerlingen stimuleert om op een leuke manier op onderzoek uit te gaan en het beste uit zichzelf te halen. Het doel is leerkrachten in te staat stellen allerlei multimedia-middelen op het digibord te integreren en daarmee aantrekkelijke lessen te maken die de visuele instelling van kinderen aanspreekt en waaraan de leerlingen op verschillende manieren kunnen deelnemen. Volgens Promethean is het mogelijk om op deze manier onderwijs-op-maat (afgestemd op het individuele niveau van de leerling) samen te laten gaan met klassikaal onderwijs. Alle ACTIVboard-producten zijn ontwikkeld door onderwijsprofessionals.

### Cambridge/Hitachi

De Mult-e-Maths Toolbox van Cambridge/Hitachi is ontworpen met het doel leerkrachten te helpen het UK National Primary Curriculum voor rekenen-wiskunde te onderwijzen. Aangezien we ons hier niet op het UK curriculum richten, kijken we uitsluitend naar de ideeën achter de meer algemene aspecten van de Toolbox. Hierbij valt op dat de nadruk op ‘whole class teaching’ ligt, eerder dan op het leerlingen zelf met het bord laten werken. Hoewel er kant-en-klare lesactiviteiten geleverd worden, is het de bedoeling dat leerkrachten zelf de activiteiten aanpassen aan de behoeften van hun eigen klas.

### Sahara Interactive

Sahara Interactive is de leverancier van C-tools, een hulpmiddel om lessen mee voor te bereiden en te presenteren. Het bedrijf neemt een ondersteunende rol in en volgt de wensen van de gebruikers (scholen). De software wordt in samenwerking met ervaren leerkrachten ontwikkeld. Volgens de Nederlandse vertegenwoordiger<sup>1</sup> wordt het digibord op dit moment grotendeels ingezet als presentatiemiddel en blijft de didactiek van de leerkracht in essentie dezelfde. Scholen met een SMARTboard of ACTIVboard stappen over op C-tools als ze vinden dat de bordtools te moeilijk te gebruiken zijn. De sterkste kant van C-tools is dan ook het benadrukken van het visuele aspect. Wanneer uitgevers hun methoden aanvullen met inhoudelijke digibord-software, zal C-tools wellicht de functie van teken- en bewerkingsprogramma behouden.

### RM

RM is de ontwikkelaar van het product Easiteach, waarmee interactieve lessen kunnen worden gemaakt. De basissoftware wordt in Engeland ontwikkeld; in 2009 is de eerste Nederlandstalige versie van de software uitgebracht. RM is van plan onafhankelijk te blijven van bord- en softwareleveranciers; RM vindt dat de hardware-ontwikkeling zo hard gaat dat bordafhankelijke software en lesmateriaal binnen afzienbare tijd niet meer te gebruiken zullen zijn. Uiteindelijk “bepaalt de software de mogelijkheden en niet het bord”. RM is van plan een reader te ontwikkelen die alle digibord-software kan lezen. De Nederlandse leverancier B.E.C.<sup>2</sup> geeft aan dat in de ontwikkeling van Easiteach een spanningsveld tussen productgerichte en vraaggerichte oplossingen blijkt. Tot nu toe geven de verzoeken van gebruikers de impuls tot ontwikkeling. RM vindt vakinhoudelijke en -didactische expertise bij een vaste groep leerkrachten van het NOBRAWEB (Noordoost-Brabant-Web, een samenwerkingsverband van stichtingen voor basisonderwijs), die digibordessen voor Easiteach ontwikkelt. Deze lessen blijven modificeerbaar door elke gebruiker.

## 8.2 *Educatieve uitgeverijen*

Zoals hiervoor is opgemerkt hebben uitgeverijen met het verschijnen van de nieuwe (edities van hun) methoden ook (nieuwe) digibord-software op de markt gebracht. Vaak gaat het nog om een beperkt deel van de software, alleen voor bepaalde groepen, of is er op dit moment (begin 2009) nog uitsluitend een demoversie van de software beschikbaar.

---

<sup>1</sup> Bevraagd op 29 augustus 2008.

<sup>2</sup> Bevraagd op 5 september 2008.

## Malmberg

Malmberg<sup>3</sup> heeft digibord-software die volledig aansluit bij haar lesmethoden (De Wereld in Getallen, Pluspunt) en die geschikt is voor elk merk digibord. Malmberg biedt zowel digitale bladerversies van de lesboeken als complete digibordlessen. De oorspronkelijke digibordlessen bij de huidige editie zijn verrijkte bordboeken, waarbij leerkrachten op elk gewenst moment interactieve rekenmodellen kunnen oproepen. De digibordlessen bij de nieuwe edities zijn digitale uitwerkingen van de lessen zoals beschreven in de leerkrachthandleiding. Elk onderdeel van de les (zoals in de handleiding beschreven) is in digibordversie voorzien van bijpassende software elementen: bijvoorbeeld bij introductie van een nieuw doel een passende animatie of een instructiefilmpje. In de 'doelaag' van de digibordlessen zijn interactieve rekenmodellen beschikbaar en kunnen aantekeningen worden gemaakt en opgeslagen. De digitale rekenmodellen hebben dezelfde vormgeving als de modellen in de leerlingboeken. De functionaliteit van de digibord-software van Malmberg wordt bepaald door de ideeën van de uitgevers, mede op basis van veel observaties in het veld. Hierbij wordt gelet op hoe de leerkrachten met het digibord werken, wat mogelijk beter kan, enzovoort. Er is geen gebruikersforum specifiek voor het vergaren van gebruikerswensen m.b.t. het digibord, omdat dit als een te abstract onderwerp wordt gezien. Bovendien is Malmberg van mening dat de ontwikkelde digibord-software zich het beste kan laten toetsen in de dagelijkse praktijk wanneer een leerkracht ermee aan de slag is.

## Thieme Meulenhoff

Thieme Meulenhoff<sup>4</sup>, uitgeverij van Alles Telt, onderhoudt contact met het veld via gebruikersonderzoeken, e-mail, een weblog, spontane vragen, voorlichting op scholen en schoolbezoeken. Met betrekking tot digibordontwikkelingen, is het uitgangspunt dat alles wat op de computer kan (lesboeken, werkschriften, toetsen e.d.), ook op het digibord moet kunnen worden vertoond, maar dan met interactiviteit. Een belangrijke vraag die Thieme stelt is of het voor de begripsvorming wel of niet effectiever is om representaties te gebruiken die in alle opzichten visueel consistent zijn met het lesmateriaal<sup>5</sup>. Thieme is van mening dat, hoewel het voor de abstractie en transfer van begrip zeker belangrijk is om met meerdere representaties en contexten te werken, het waarschijnlijk effectiever is om binnen dezelfde visuele context te blijven tijdens de initiële fasen van begripsvorming (het aanleggen van de initiële cognitieve schema's).

Op het moment van bevraging van Thieme Meulenhoff was de intentie om de leerkracht niet de mogelijkheid te geven de eigen aantekeningen, animaties, applets e.d. aan de les toe te voegen, op te slaan en op een ander moment te gebruiken. Dit onder andere omdat de lessen rechtstreeks vanaf de centrale server worden gedraaid. Het was op dat moment niet de bedoeling iedere gebruiker een eigen ruimte op de server te geven. Niet alleen vereist dit veel ruimte, maar dan zou een beheersprobleem kunnen ontstaan, met betrekking tot updates en copyright. Toch zegt Thieme deze optie op termijn niet uit te sluiten.

---

<sup>3</sup> Bevraagd op 2 maart 2009.

<sup>4</sup> Bevraagd op 1 oktober 2008 en 16 maart 2009.

<sup>5</sup> Uit navraag bij experts op dit gebied (Patricia Moyer en collega's) blijkt dat er nog geen wetenschappelijk onderzoek is gedaan naar dergelijke effectenverschillen in het kader van virtuele manipulatieven. Uit de marketing is bekend dat wanneer beelden, geluiden etc. volledig op elkaar worden afgestemd, de onderlinge verbanden sneller worden gelegd. Daartegenover staat dat het leereffect afneemt als zaken te soepel in elkaar overlopen.

## Zwijsen

Zwijsen<sup>6</sup> heeft met betrekking tot digibordontwikkelingen voor de nieuwe rekenmethode, Wizwijs, voor een belangrijke keuze gestaan: (1) structurele oplossingen bieden, waarbij een evenwichtig aanbod aan digibordmateriaal organisch in de les wordt opgenomen, of (2) specifieke delen van de les uitlichten, waardoor het aanbod onevenwichtig wordt. Deze keuze hangt grotendeels af van de ontwikkelingskosten, waarbij de eerste optie veel duurder is. Een nadeel van de tweede optie is dat de leerkracht steeds attent moet worden gemaakt op de delen waarvoor extra ondersteuning beschikbaar is. De keuze is nu gemaakt voor het inzetten van het digibord ter structurele ondersteuning van het instructiedeel van de les. Aan de ondersteuning van individuele of incidentele activiteiten wordt minder prioriteit gegeven. Verder is er mogelijk een belangrijke rol voor het digibord bij de reflectiemomenten in de les, bijvoorbeeld door het gezamenlijk te modelleren van datgene wat aan bod is geweest, of het in groepsverband betrekken van de leerlingen die verrijking hebben gedaan. Digibordondersteuning voor Wizwijs vertrekt vanuit de organisatie en structuur van de les, die een handelingsgerichte benadering volgt. Hierbij wordt vanuit het concrete naar het abstracte toe gewerkt.

De digibord-rekentools zijn specifiek voor deze methode en sluiten daarom volledig aan bij de modellen uit het werkboek. Er is geen koppeling naar algemeen beschikbare tools, want Zwijsen wil de methodische lijn niet verliezen. Zwijsen vindt dat een consistente vormgeving met herkenbare structuren rust brengt bij leerlingen. Bovendien kunnen de methodespecifieke modellen gestructureerd worden uitgebouwd. Voor het creëren van cognitieve discrepanties, door leerlingen verschillende soorten visuele vormgeving te laten meemaken (als stimulans voor de reorganisatie van ideeën), vind men het digibord minder geschikt. Dit kan bijvoorbeeld wel in de verrijkingsstof van het pluswerkboek, waar leerlingen gestimuleerd kunnen worden om verborgen discrepanties zelf te ontdekken.

Op dit moment kan de leerkracht niet zelf dingen aan de les toevoegen, opslaan en later weer terughalen. Mogelijk zal dit op termijn wel kunnen. Wat de gevolgen dan zijn wanneer er bijvoorbeeld updates plaats vinden is nog niet duidelijk. Zwijsen is lid van een aantal overkoepelende organisaties, zoals EduPoort. Deze organisaties laten geen verfijning (bijvoorbeeld naar onderdeel of naar leerdoel) van gedeelde toepassingen toe.

## Noordhoff

Noordhoff biedt digibord-ondersteuning van de vernieuwde versie van hun rekenmethode, Rekenrijk, in de vorm van digitale versies van de leerlingenboeken en werkboeken. Noordhoff ziet het digibord als een krachtig didactisch gereedschap waarmee de leerkracht op eenvoudige wijze de instructie kan verrijken, versterken en nog aantrekkelijker maken. In tegenstelling tot sommige andere uitgevers, heeft Noordhoff ervoor gekozen leerkrachten de mogelijkheid te geven zelf eigen elementen aan de les toe te voegen, zoals links, presentaties, afbeeldingen of audiovisueel materiaal. Hoewel de digitale boeken vanaf de centrale server worden gedraaid, worden de eigen toevoegingen (bronnen en aantekeningen) van de leerkracht bij de betreffende les op de eigen lokale computer opgeslagen. Op deze manier kan de leerkracht het eigen materiaal op andere momenten hergebruiken, aanpassen en/of met andere leerkrachten uitwisselen.

---

<sup>6</sup> Bevraagd op 6 oktober 2008.

## Bekadidact

Bekadidact, uitgever van Wis en Reken, heeft nog geen digibord-software. Naar een eigen manier om door middel van het digibord toegevoegde waarde aan de les te geven wordt nog gezocht.

### 8.3 *Ontwerpers van methodeonafhankelijk interactief materiaal*

#### Freudenthal Instituut

Het ontwerpteam van RekenWeb, onderdeel van het Freudenthal Instituut, heeft met het RekenWeb een website neergezet, met een verzameling spelletjes (en oefeningen en tools) die gebruikt kunnen worden in of bij de rekenles en die ook heel geschikt zijn voor thuisgebruik. De website bestaat sinds 1999 en heeft de afgelopen tien jaar een plek veroverd als 'aanvulling op de rekenles'. De grootgebruikers van RekenWeb zijn leerlingen van 9-12 jaar, daarnaast bezoekt een grote groep docenten (ongeveer 12.000 unieke bezoekers per maand) de 'leerkracht'-pagina van het RekenWeb.

De ontwerpers van RekenWeb zien dat het gebruik zich vaak beperkt tot een 'extraatje' voor de snelle leerlingen, wat door de leerkracht niet inhoudelijk wordt besproken of verbonden met de reguliere lesstof. Ze vinden het van belang dat de spelletjes en tools ook gebruikt worden in interactieve momenten met de hele klas, zodat er iets gedaan wordt met de leerervaringen van de leerlingen. Het ontwerpteam van RekenWeb verwacht dat door de komst van het digibord dit type gebruik zal toenemen, zodat de ervaringen met de RekenWeb-toepassingen zichtbaar worden gemaakt en besproken en ze de begripsvorming kunnen ondersteunen.

Door het ontwerpteam van RekenWeb is tot nu toe weinig 'specifieke aandacht' gegeven aan het ontwerpen van digibord-software. Veel van de RekenWebspelletjes blijken echter al geschikt te zijn voor het digibord. Het RekenWebteam is van plan de hele verzameling spelletjes en tools te screenen en waar nodig en wenselijk aanpassingen te doen op de volgende aspecten:

- Instelmogelijkheden voor de leerkracht. Voor een aantal tools en spelletjes lijkt het wenselijk om naast een standaardversie voor leerlingen ook een in te stellen versie voor de leerkrachten aan te bieden. Deze kan dan vlak voor de les worden klaargezet met specifieke instellingen of opdrachten die aansluiten bij de les. Een dergelijke instelversie zou volgens de ontwerpers de gebruiksmogelijkheden van RekenWeb op het digibord voor de leerkrachten vergroten.
- Aanpassingen aan digibord. Er zijn digiborden die gevoelig zijn voor mouse-over (een aantal spelletjes maakt daarvan gebruik), maar dit geldt niet voor alle borden. Daarnaast zijn invulvakjes waarin een antwoord getypt moet worden niet op alle borden handig bruikbaar. In het ontwerp van de spellen zal hier rekening mee gehouden moeten worden<sup>7</sup>.

Om het gebruik van RekenWeb op het digibord verder te ondersteunen, besteden de ontwerpers op het leerkrachtdeel van RekenWeb specifiek aandacht aan de vakdidactiek van het gebruik van het digibord. Dit deel is nog in ontwikkeling: bij de spelletjes zal worden aangegeven hoe het gebruik met het digibord kan worden uitgevoerd (tips voor de leerkracht). In de rubriek 'Les van

---

<sup>7</sup> Als voorbeeld hiervan heeft RekenWeb specifiek voor het digibord het spel Goudbord ontwikkeld:

[http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03100/toepassing\\_algemeen.xml](http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03100/toepassing_algemeen.xml)



de maand' wordt elke maand een rekenles gepresenteerd waarin ook specifiek aandacht zal zijn voor lessen die met het digibord kunnen worden uitgevoerd.

## 9. Ervaren leerkrachten en hun handelingspraktijken

Met het doel om handelingspraktijken van experts met betrekking tot het gebruik van het digibord te identificeren, is een drietal leerkrachten met ervaring met het digibord geobserveerd bij het gebruik ervan tijdens een rekenles, en zijn zij tevens bevraagd over de argumenten en opvattingen met betrekking tot de inzet van het digibord in hun onderwijs. De leerkrachten zelf kozen de inhoud en de vorm van de deze geobserveerde lessen.

### *Leerkracht 1*

*Groep 8; Subdomein metriek stelsel, oppervlakte en omtrek.*

*Achtergrond:* Deze leerkracht publiceert over het gebruik van het digibord op school en heeft in verband hiermee veel scholen bezocht. Daarbij heeft ze gezien dat het digibord vaak alleen als projectiescherm wordt gebruikt, en dan uitsluitend met ingescande pagina's. De leerkracht is bedreven in het bij elkaar zoeken van allerlei digitale middelen die voor het digibord geschikt zijn, maar geeft aan dat het prettig zou zijn als alle tools bij elkaar in één pakket zouden zitten. Alle links die de leerkracht gebruikt staan op een Symbaloo startpagina.

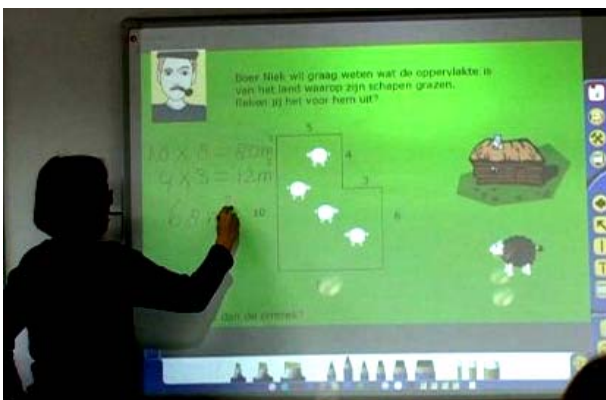
Er staat een ACTIVboard in de klas, voorzien van draadloze stemkastjes die vaak in de les worden ingezet. De leerkracht gebruikt verder ACTIVprimary en de ACTIVboard tools, zoals de teken- en revelatorytools en - voor rekenen - Engelstalige reken- en wiskundetools (c.q. modellen), zoals die van de UK Primary National Strategy. De leerkracht is van mening dat de intrinsieke waarde van een tool voorop staat en dat het geen probleem is als de vormgeving van deze tools afwijkt van de gebruikte rekenmethode omdat haar leerlingen gewend zijn dat het boek af en toe aan de kant wordt gelegd (bijvoorbeeld bij projecten). Wel zijn er soms taalproblemen met de Engelstalige tools.

Ook de leerlingen maken gebruik van het digibord voor presentaties en als werkstation. Als het nodig is zijn het draadloos toetsenbord en een draadloze muis beschikbaar, zodat de leerlingen overal kunnen gaan zitten waar ze willen. Elke middag wordt gewerkt aan vakintegratie in thema's, waarbij leerlingen hun eigen verwerkings- en presentatievorm kiezen. Ook hier maken ze gebruik van zowel het digibord als de stemkastjes. Bijvoorbeeld, wanneer ze de vakintegratie-opdrachten presenteren kijken ze vaak wat het beginniveau is van hun klasgenoten, en daarna toetsen ze wat ze hebben overgebracht. Dit doen ze door 'quizzes' (meerkeuzevragen) te maken in Powerpoint of in de ACTIVboard-software, en vervolgens op de vragen te laten stemmen. Daarnaast maken sommige leerlingen ACTIVboard flipcharts (lessen) voor andere groepen in opdracht van de betreffende leerkrachten, die het zelf lastig vinden om "al die interactieve dingen erin te bouwen".

*Lesvoorbereiding:* Deze les was alleen bedoeld voor de zwakkere rekenaars in de klas. De andere leerlingen werkten dan aan de vakintegratie-opdrachten. De leerkracht had de les, inclusief enkele

quizzes, opdrachten en links naar Google Earth, rekentools en interactieve spelletjes thuis voorbereid. Helaas heeft ze thuis een andere versie van de digibord-software dan de versie op school, waardoor een aantal van de links niet meer werkten. Deze situatie loste ze op door in de les met de hand naar de betreffende links te gaan.

*Lesactiviteiten:* De les begon met het opfrissen van voorkennis over het metriek stelsel. De leerkracht had een aantal meerkeuzevragen gemaakt waar met behulp van de stemkastjes op gestemd werd. De uitslagen van het stemmen werden door middel van de stemgrafiek (verdeling van de antwoorden) op het digibord vertoond. Aan de hand hiervan vroeg de leerkracht wie voor welke optie had gekozen en waarom. Zo werd bijvoorbeeld het verschil tussen oppervlakte en omtrek onder de aandacht gebracht.



Daarna werd een opdracht op het digibord vertoond, waarbij de oppervlakte van een weiland door de leerlingen zelfstandig moest worden uitgerekend. Hierbij bleef de opdracht de hele tijd zichtbaar op het digibord. De opdracht werd daarna klassikaal nabesproken, waarbij de leerkracht in interactie met de leerlingen de uitwerkingen op het digibord noteerde met behulp van de schrijf- en tekentools van het bord. Daarna volgde nog een opdracht die eerst zelfstandig door de leerlingen werd gedaan en daarna klassikaal werd nabesproken, namelijk de omtrek van het stuk grond uitrekenen.

Vervolgens liet de leerkracht een kaart (uit Google Maps) van het dorp waar de school staat op het digibord zien. Aan de hand van een aantal gegevens moest de oppervlakte van het dorp worden berekend. Dit gebeurde in een klassengesprek waarbij de leerkracht spontaan een aantal hulpmiddelen van het digibord gebruikte, te weten de rekenmachine en de liniaal.



Tot slot mochten de leerlingen zelfstandig een Engelstalig spelletje over maateenheden op de computer spelen. Een tweetal gebruikte het digibord als werkstation, waarbij ze zowel de schrijftools van het digibord als het toetsenbord en de muis gebruikten.

*Sociale interactie:* Tijdens de klassikale momenten van de les verliep de sociale interactie via de leerkracht, die de interactie in eigen regie hield. De bijdragen van de leerlingen namen meestal vorm van het antwoord geven op een vraag gesteld door de leerkracht, gevolgd door uitleg van de gebruikte redenering. Tijdens het zelfstandig werken werd er in kleine groepjes of in tweetallen gewerkt. De leerkracht liep rond en hielp enkele leerlingen die moeite hadden met de opdrachten.

*Interactie met leermateriaal:* Interactie met leermateriaal ging via hetgeen op het digibord werd vertoond, via stemkastjes en aan de hand van een educatief spelletje dat op de computer en op het digibord werd gespeeld.

*Inzet van het digibord:* Het digibord werd voornamelijk door de leerkracht ingezet als presentatiemiddel tijdens de verkenningsactiviteiten en nabespreking van de opdrachten. Hierbij werden enkele digibord-tools en -gebruiksmogelijkheden gebruikt, o.a. schuiven, slepen, bedekken, liniaal, rekenmachine en schrijf- en tekentools. Bijvoorbeeld, de antwoorden waren aanvankelijk bedekt en werden later onthuld. Het digibord werd ook ingezet om het stemproces te ondersteunen, en om de (voor)kennis en inzichten van de leerlingen over het metriek stelsel aan het licht te brengen. De leerkracht wilde het bord ook gebruiken ter visuele ondersteuning van de uitleg, maar de link naar het tool dat ze daarvoor had uitgekozen was verdwenen. Wel werd Google Earth op deze manier ingezet om het begrip oppervlakte in de werkelijkheid te situeren. Aan het einde van de les werd het digibord ook als werkstation gebruikt.

## **Leerkracht 2**

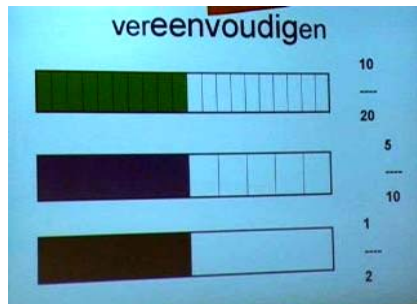
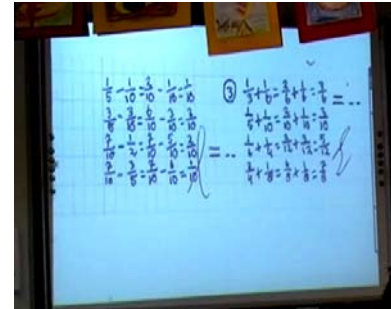
*Groep 8; Subdomein breuken.*

*Achtergrond:* Deze school heeft vier digiborden als pilot in de lokalen van de enthousiaste voorlopers. Van vooral projecteren wordt het gebruik van het digibord gaandeweg steeds interactiever, hoewel de leerlingen er nog niet veel zelf mee werken. Dit drukgevoelige digibord (Slimboard) is namelijk niet erg gebruiksvriendelijk en gaat snel kapot. Met name schrijven en slepen zijn niet makkelijk. De leerkrachten zoeken veel zelf uit, proberen eerst dingen uit, kijken af en toe bij elkaar en leren vooral door te doen. Er is veel zelfgemaakt materiaal; voor rekenen is er geen digibord-software voor de instructieactiviteiten van de gebruikte methode. Deze leerkracht bouwt nu zelf een database van geschikt materiaal op.

*Lesvoorbereiding:* De leerkracht had de inzet van het digibord in de eigen rekenles volledig zelf voorbereid. Hij had een Powerpoint presentatie gemaakt met ingescand leerlingenwerk en eigen gemaakte (statische) breukenstroken. Daarnaast had hij links klaargezet naar twee applets van Rekenweb: sokken drogen (interactief oefenspel over het ordenen van breuken op de getallenlijn) en de breukenstrook (interactief rekenmodel/dynamische simulatie). De lesvoorbereiding kostte ongeveer een uur; daarin zat het inscannen van het leerlingenwerk, Powerpoint maken en applets zoeken. Het inscannen van leerlingenwerk was bewerkelijk maar volgens de leerkracht wel de moeite waard: leerlingen zien graag elkaars werk en doordat het beeld zo groot is heeft dit bijzondere impact.

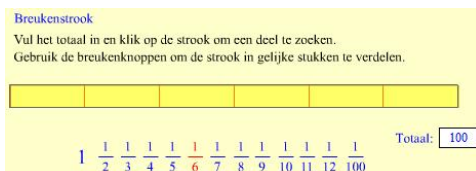
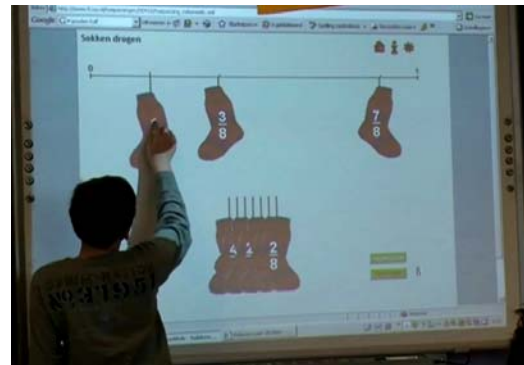
*Lesactiviteiten:* De werkvorm van de les was afwisselend klassikaal (verkenning, uitleg, sokkenspiel) en individueel (zelfstandig werken).

De les begon met een gezamenlijke verkenning van het lesonderwerp. De leerkracht gebruikte ingescand leerlingewerk als vertrekpunt en herinnerde de klas aan enkele verwante wiskundige begrippen en termen.



Het doel van de les (breuken vereenvoudigen) werd vervolgens geïllustreerd aan de hand van door de leerkracht zelf gemaakte breukenstrook, waarbij de leerlingen door de leerkracht werden aangespoord om de breuken steeds te vereenvoudigen.

Daarna werd het sokkenspiel op het digibord geprojecteerd en verschillende leerlingen kwamen naar voren om het spel op het digibord te spelen. Hierbij besteedde de leerkracht aandacht aan de grootte en equivalentie van breuken, en controleerde of de leerlingen deze concepten begrepen. Ook werd leerlingen gevraagd om hun redeneringen uit te leggen.



Vervolgens projecteerde de leerkracht de interactieve breukenstrook op het digibord en gebruikte deze om samen met de klas een paar opgaven uit het werkboek te doen.

Dit werd gevolgd door een sessie zelfstandig werken in het werkboek. De leerkracht liep rond en beantwoordde vragen van individuele leerlingen. Op momenten dat hij constateerde dat meerdere leerlingen met dezelfde opgave moeite hadden, gaf hij extra klassikale uitleg aan de hand van de dynamische breukenstrook op het digibord. Vervolgens werden de opgaven klassikaal besproken, waarbij verschillende leerlingen de antwoorden opnoemden. Een tweede en derde sessie van zelfstandig werken met af en toe klassikale momenten verliepen op dezelfde manier. Tussen de tweede en derde sessie werd het sokkenspiel nog een keer op het digibord gespeeld, en kwamen verschillende leerlingen aan de beurt. Ook hun denkprocessen werden zichtbaar tijdens het spelen.

*Sociale interactie:* De sociale interactie verliep via de leerkracht. Hij herhaalde meestal niet wat de leerlingen zeiden, wat betekende dat leerlingen goed naar elkaar moesten luisteren. Hij stelde open vragen en vroeg naar redeneringen en uitleg. De betrokkenheid van de gehele klas tijdens

het spelen van het sokkenspiel op het digibord was groot - er werd meegedacht en er werden veel suggesties en aanmoedigingen geroepen.

*Interactie met leermateriaal:* Interactie met het leermateriaal ging via het digibord en via het werkboek.

*Inzet van het digibord:* Het digibord werd op verschillende manieren ingezet. Ten eerste als presentatiemiddel voor het vertonen van de Powerpoint presentatie, en om visuele ondersteuning te geven bij de uitleg door middel van het interactieve dynamische rekenmodel, de breukenstrook. Dit model bleef steeds aanwezig voor hulp/snelle uitleg tijdens het zelfstandig werken. Daarnaast werd het digibord gebruikt als interactieve werkomgeving voor de leerlingen om het sokkenspiel voor de klas te spelen. De leerlingen hadden veel aandacht voor wat er op het digibord gebeurde, en bij het spelen van het sokkenspiel keken, dachten en leefden ze intens mee.

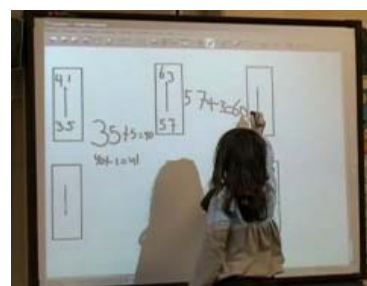
### **Leerkracht 3**

*Groep 5; Subdomein Aftrekken met tiental overschrijding*

*Achtergrond:* Deze school en ook deze leerkracht hebben eerder meegewerkt aan een onderzoek naar mogelijkheden van het digibord en het ontwikkelen van digibordmateriaal. Ieder klaslokaal is uitgerust met een SMARTboard, geluidsversterking en een Internetverbinding. De werkboeken van de rekenmethode zijn al eerder door de leerkrachten ingescand, en verder heeft deze leerkracht veel materiaal voor gebruik op het digibord zelf uitgezocht. Hij gebruikt bijvoorbeeld Google Earth en de digibord-software van Brandaan (geschiedenismethode). Voor rekenen vormt het lesboek de kern van de les, en andere middelen zoals Rekenweb worden een enkele keer als extraatje gebruikt. De leerlingen zijn gewend op het digibord te werken, hoewel de kleinere kinderen dan op een krukje moeten staan om bij het (niet-verstelbare) bord te komen.

*Lesvoorbereiding:* De leerkracht had een digibord-werkblad met lege modellen voor liftsommen klaargezet. Verder waren de eerder ingescande werkboekpagina's klaar voor gebruik in de les.

*Lesactiviteiten:* De les begon met liftsommen. Enkele leerlingen maakten de sommen op het digibord. Hierbij vroeg de leerkracht steeds naar uitleg en redenering, schonk hij aandacht aan verschillende aanpakken, en gebruikte hij andere hulpmiddelen in de klas om de opgedane kennis te verankeren.



Vervolgens schreef de leerkracht de eerste som uit het werkboek op het digibord en vroeg een leerling dit op te lossen. De leerling tekende op het digibord spontaan een getallenlijn. De leerkracht schreef de oplossingen die hij van andere leerlingen hoorde ook op het digibord.



Daarna werd een ingescande pagina uit het werkboek op het digibord vertoond, met sommen die met de getallenlijn moesten worden opgelost. Een leerling werkte de eerste som uit op het digibord en legde de uitwerking samen met de leerkracht uit.

De meeste leerlingen mochten daarna zelfstandig verder, maar een kleine groep deed samen met de leerkracht nog een paar sommen. De leerkracht schreef op het digibord wat de leerlingen zeiden, waarbij hij steeds naar uitleg en redenering bleef vragen en de belangrijkste punten herhaalde. Doordat verschillende oplossingsstrategieën aan de orde kwamen, werd ook besproken welke makkelijker/handiger zijn. Dit werd gevolgd door individueel zelfstandig werken, waarbij de leerlingen de sommen uit het werkboek maakten. De leerkracht liep door de klas en gaf extra uitleg waar nodig of gevraagd. De ingescande pagina met uitwerkingen bleef zichtbaar op het digibord en af en toe wees de leerkracht ernaar. De les eindigde met een klassikaal moment, waarbij de leerkracht vroeg welke sommen de leerlingen moeilijk vonden en beloofde erop terug te komen.

*Sociale interactie:* Er heerste een prettige werksfeer in de klas en de leerkracht was doorgaans bemoedigend naar de leerlingen toe. Hij gaf heldere instructies en de leerlingen namen de afspraken en de regels goed in acht. De leerlingen waren betrokken bij de klassikale momenten en waren geconcentreerd bezig bij het zelfstandig werken. De leerkracht hield de regie van de sociale interactie in eigen hand, waarbij hij aandacht besteedde aan de sociale en cognitieve vaardigheden van de leerlingen. Bijvoorbeeld, door erop te wijzen dat ze naar elkaar moesten luisteren en op hun beurt moesten wachten. De leerkracht stelde vooral open vragen en vroeg door op het begrip, waarbij hij de leerlingen de tijd en ruimte gaf om na te denken. Op deze manier toonde hij dat de gedachtegang van de individuele leerlingen gerespecteerd werd, wat hij ook van de leerlingen verwachtte. Met subtiele aanwijzingen lukte het hem ook de gedachten van de leerlingen bij te sturen, bijvoorbeeld door andere leerlingen te vragen of ze wilde helpen uitleggen wanneer een klasgenoot ergens niet uit kwam. Hoewel de leerkracht vooral de redenering van de leerlingen voorop stelde, herhaalde hij deze soms wanneer de uitleg bijzonder illustratief was, om daarmee de leerpunten te bekrachtigen. Ook zag hij erop toe dat correcte rekentaal werd gebruikt.

*Interactie met leermateriaal:* Interactie met het leermateriaal ging via het digibord en via de werkboeken.

*Inzet van het digibord:* Hoewel het digibord op enkele momenten als gewone whiteboard werd gebruikt om op te schrijven, werd het met name ingezet om de rekenmodellen en ingescande werkboekpagina's te projecteren waarop de leerkracht en leerlingen voor de klas opdrachten deden en vervolgens daarover uitleg gaven. Door deze combinatie van voordoen en hardop beredeneren zijn de denkprocessen van de leerlingen zichtbaar gemaakt. Op deze manier konden

de leerlingen van elkaars redeneringen profiteren, wat vooral belangrijk is in de fase van begripsvorming wanneer verschillende concepties kunnen ontstaan. Het digibord maakte het voor de leerkracht verder makkelijk om visuele ondersteuning bij de leerpunten te geven, en de leerlingen bleven steeds aandachtig ernaar kijken. In deze les bood het digibord ondersteuning aan zowel de klassikale (hele klas) momenten als aan de kleinere groep die verlengde instructie nodig had.

### ***Kenmerken van de handelingspraktijken***

Uit de bovenbeschreven casussen zijn kenmerken gedestilleerd die de handelingspraktijken van digibord-ervaren leerkrachten typeren. Deze leerkrachten:

- (1) hebben affiniteit met ICT en met de inzet daarvan in de les. Vaak zijn ze voorlopers op hun school m.b.t. het gebruik van het digibord. Ze zijn bereid en in staat geschikt digitaal lesmateriaal uit diverse bronnen te verzamelen en in de les te gebruiken.
- (2) kennen de mogelijkheden van het digibord goed en kunnen interveniëren wanneer zich technische problemen voordoen.
- (3) bereiden de les voor door presentaties te maken en lesmateriaal en/of links naar websites en interactieve tools klaar te zetten.
- (4) gebruiken het digibord nog voornamelijk als presentatiemiddel en om visuele ondersteuning te geven bij de uitleg.
- (5) gebruiken het digibord zowel voor besprekingen met de hele klas als voor kleinere groepen of individuen die verlengde instructie of extra uitleg nodig hebben.
- (6) laten leerlingen op het digibord werken voor de klas en/of als werkstation.
- (7) koppelen hetgeen op het digibord gebeurt met andere hulpmiddelen in de klas.
- (8) laten leerlingen op het digibord werken en daarbij verbale uitleg van hun redeneringen geven om hun denkprocessen voor de overige leerlingen in de klas zichtbaar te maken.
- (9) maken gebruik van variatie in werkvormen, met zowel klassikale als zelfstandige verkenning van het lesonderwerp. Reflectie op hetgeen geleerd is komt soms minder aan bod.
- (10) beginnen de les met het activeren en opfrissen van voorkennis.
- (11) houden de regie van de sociale interactie tijdens klassikale momenten in eigen hand, waarbij ze steeds naar de redenering achter een gegeven antwoord vragen.

## DEEL III: SCENARIO'S

In dit derde deel wordt de ontwikkeling en de uitvoering van scenario's, of onderwijsarrangementen, beschreven. In antwoord op de centrale onderzoeksvraag wordt met deze scenario's aangegeven hoe het digibord kan worden ingezet als katalysator voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde. Allereerst worden richtlijnen beschreven voor de inzet van het digibord in de verschillende fasen van een reken-wiskundeles die gericht is op de begripsvorming. Vervolgens zijn deze richtlijnen uitgewerkt in een aantal prototypische onderwijsarrangementen, beschreven in de vorm van concrete lessen die door de participerende leerkrachten zijn uitgevoerd.

### 10. Richtlijnen voor de inzet van het digibord voor begripsvorming

Op basis van het in Deel I beschreven ontwikkelingskader en de in Deel II beschreven informatie over de huidige situatie, zijn richtinggevend ontwerpprincipes geformuleerd in de vorm van concrete richtlijnen, die houvast bieden bij het voorbereiden en plannen van een interactieve les met het digibord ten behoeve van de begripsontwikkeling bij rekenen-wiskunde in het basisonderwijs. Op globaal niveau betekent dit dat de toegevoegde waarde van het digibord vooral gerealiseerd wordt wanneer het digibord ondersteuning biedt aan de in hoofdstuk 6 beschreven activiteiten en interactievormen. De vorm die deze ondersteuning kan aannemen wordt mede bepaald door hetgeen met het beschikbare digibordmateriaal realiseerbaar is en door de kenmerkende handelingspraktijken van leerkrachten (zie Deel II). Het onderstaande schema laat zien hoe, onder deze voorwaarden, het digibord bij de lesactiviteiten kan worden ingezet. Voor de duidelijkheid wordt nogmaals benadrukt dat dit schema geen vaste activiteitenvolgorde of verplichte lesonderdelen suggereert.

| Activiteit / subjectiviteit                                 | Inzet van het digibord   |
|---|--|
| <b>GEZAMENLIJKE VERKENNING</b>                              |  |
| Het onderwerp en het doel van de les worden geïntroduceerd. | Het digibord wordt gebruikt om de aandacht van de leerlingen tegelijk op hetzelfde onderwerp te richten. Vele soorten materiaal kunnen hierbij op het digibord worden vertoond, bijvoorbeeld presentaties, video's of animaties; materiaal van Internet sites; methodegebonden digibordboeken; of ander ingescand materiaal. |



| Activiteit / subjectiviteit  | Inzet van het digibord   |
|--|--|
| <p>Relevante voorkennis en vaardigheden worden geactiveerd en besproken.</p>   | <p>Ingescand leerlingenwerk kan op het digibord worden vertoond. Wanneer men over digibord-stemkastjes beschikt kunnen oriënterende meerkeuzevragen worden gesteld waarop de leerlingen kunnen stemmen. Dit geeft een indicatie van het niveau van het begrip alsook over welke voorkennis de leerlingen beschikken.</p>   |
| <p>Het kan nodig zijn uitleg en instructie te geven bij een bepaald (deel)onderwerp. Deze instructie vindt (afhankelijke van het onderwerp) veelal plaats aan de hand van rekenmodellen, zoals de getallenlijn, het honderdveld, de breukenstrook, een maatbeker, enz. Er kan ook gebruik worden gemaakt van interactieve tools zoals educatieve spelletjes, virtuele manipulatieven en dynamische simulaties.</p> | <p>Het digibord wordt gebruikt om de aandacht van alle leerlingen tegelijk op de instructie te richten.</p> <p>Rekenmodellen voor het digibord zitten meestal in de methodegebonden digibord-software of in de software van het digibord zelf (bijvoorbeeld ACTIVprimary). Modellen en tools voor het digibord zijn ook op andere plaatsen te vinden. De voorkeur gaat, met het oog op begripsvorming, uit naar interactieve tools, eerder dan naar statische plaatjes. De leerkracht laat de gekozen modellen/tools op het digibord zien en manipuleert ze zelf, in samenspraak met de leerlingen, of laat leerlingen dat voor de klas doen. Handige extraatjes hierbij zijn de zogenaamde 'revelatory' en bedektools (sleutelgat, zoeklicht, gordijn), de annotatietools (schrijven, tekenen, enz.) en de interactieve hulpmiddelen (passer, liniaal, hoekmeter, rekenmachine, enz.) van het digibord.</p> |
| ZELFSTANDIGE VERKENNING  |  |
| <p>De leerlingen gaan zelf het (deel)onderwerp exploreren, waarbij de nadruk op eigen producties en constructies ligt. Ze werken individueel, in tweetallen en/of in kleine groepen. Ze doen opdrachten uit hun werkboek, op</p>   | <p>Wanneer met een interactief tool wordt gewerkt kan het digibord worden gebruikt als werkstation. Dit heeft een ander leereffect dan op een computer werken, door de fysieke interactie met het bord, en doordat de (gevolgen van) de handelingen zichtbaarder zijn.</p>   |

| Activiteit / subjectiviteit   | Inzet van het digibord  |
|---|---|
| werkbladen, op de computer met interactieve tools, met fysiek materiaal enzovoort.  |   |
| REFLECTIE   |   |
| De kennis en vaardigheden die bij het zelfstandig werken zijn opgedaan worden in groepsverband besproken en geconsolideerd. Daarvoor kunnen de volgende subactiviteiten worden ingezet.   | Het digibord wordt gebruikt om de aandacht van de leerlingen tegelijk op de gezamenlijke bespreking te richten.   |
| De leerlingen laten hun nieuw verkregen kennis en vaardigheden zien, door bijvoorbeeld een opdracht voor de klas te doen, of door hun eigen producties en oplossingen die ze bij het zelfstandig werken maakten te presenteren. | Werkbladen of screencaps van leerlingenwerk kunnen op het digibord worden geprojecteerd waarmee de leerlingen hun eigen producties en oplossingen kunnen laten zien. Leerlingen kunnen ook met een computer tool op het digibord hun oplossing voordoen. Als leerlingen zelf flipcharts, presentaties o.i.d. hebben gemaakt kunnen deze op het digibord worden geprojecteerd. |
| De leerkracht gaat samen met de leerlingen in op verschillen en overeenkomsten tussen de gepresenteerde aanpakken.  | Met de 'splitscreen' of 'storyboard' modus van het digibord kunnen verschillende aanpakken naast elkaar worden vertoond.  |
| De belangrijkste leerpunten worden samengevat.  | De leerkracht kan op het digibord aantekeningen maken van de belangrijkste leerpunten met behulp van annotatietools. Ter afsluiting kunnen presentaties of animaties van de verschillende oplossingsstrategieën op het digibord worden vertoond. Annotaties en dergelijke kunnen worden opgeslagen.   |

Tabel 1. Inzet van het digibord bij de lesactiviteiten.

## 11. Scenario's

De boven beschreven richtlijnen zijn uitgewerkt in een aantal prototypische onderwijsarrangementen, of scenario's, waarin het digibord en andere geschikte les- en leermaterialen worden ingezet ten behoeve van de begripsvorming. Eerst is er een keuze gemaakt op een aantal aspecten; deze keuzes vormen de typerende kenmerken van de scenario's in termen van de doelgroep, het subdomein, de relatie tot de gangbare rekenmethoden, de gebruikte materialen, de wijze waarop het digibord wordt ingezet, en de onderwijssetting.

Vervolgens is elk scenario beschreven in de vorm van een concrete les (in het vervolg te noemen *digibordlessen*). Deze digibordlessen zijn als proef uitgevoerd door de drie leerkrachten die aan dit onderzoek meewerkten. Op basis van de observaties van deze lessen en de bevindingen van de participerende leerkrachten, zijn de digibordlessen op enkele punten verbeterd. Daarnaast zijn bij elke les enkele alternatieven voor het gebruik in de praktijk geformuleerd. Een overzicht van deze digibordlessen worden in dit hoofdstuk gegeven; de volledige lessen zijn in Bijlage B te vinden.

### 11.1 Keuze en kenmerken van scenario's

(1) Doelgroep, keuze uit:

- groep 1 / 2;
- groep 3 / 4;
- groep 5 / 6;
- groep 7 / 8.

(2) Subdomein, keuze uit:

- *getallen*: aantallen, gehele getallen, volgorde, plaatswaarde, afronden, kommagetallen, breuken, gemiddelden, procenten, verhoudingen;
- *bewerkingen*: handig rekenen, cijferend optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen, schattend rekenen, tafels);
- *meten*: geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, tijd, temperatuur, snelheid;
- *meetkunde*: plaats en richting bepalen, wegen en kaarten, bouwen (plattegronden), roosters, doorsnede, vormen en figuren;
- *diagrammen*: staafdiagram, sectordiagram, lijngrafiek, afstand-tijdsgrafiek;
- *buiten het curriculum*: patronen ontdekken, puzzelen.

(3) Relatie tot een bepaalde rekenmethode, keuze uit:

- aansluitend op methode;
- methodeonafhankelijk.

(4) Gebruikte lesmateriaal, keuze uit:

- ingescand leerlingenwerk;
- digitale les-/werkboeken;
- leerlingwerkboeken;
- werkbladen;
- animaties, filmpjes, websites en dergelijke;

- interactieve tools (educatieve spelletjes, virtuele manipulatieven, dynamische simulaties).
- fysiek leermateriaal.

(5) Inzet van het digibord, selectie uit de mogelijkheden beschreven in hoofdstuk 10.

(6) Sociale onderwijssetting tijdens verkenning en reflectie, keuze uit:

- klassikaal;
- individueel;
- tweetallen;
- kleine groepen.
- 

De gemaakte keuzes in relatie tot de uitgewerkte scenario's leiden tot de volgende kenmerken:

| Scenario   | Doelgroep | Sub-domein                      | Relatie tot methode                            | Gebruikte materialen                        | Inzet digibord   | Onderwijssetting   |
|------------|-----------|---------------------------------|--|---|--|--|
| Scenario 1 | 5 / 6     | tijd (klokkijken tot 5 minuten) | onafhankelijk (sluit aan op methodeles)        | werkblad, educatief klokspelletje, kloktool | introductie met kloktool, presentatie oplossingen en reflectie met tools, verwerkings opdracht | <i>verkenning:</i> klassikaal gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal             |
| Scenario 2 | 5 / 6     | tafels van 8 en 9               | onafhankelijk (sluit aan op methodeles)        | werkblad, educatieve spelletjes             | educatief spelletje bij introductie en reflectie   | <i>verkenning:</i> klassikale introductie gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal |
| Scenario 3 | 7 / 8     | oppervlakte                     | onafhankelijk (sluit aan op methode-onderwerp) | werkbladen en virtueel manipulatief         | reflectie mbv virtueel manipulatief en animatie  | <i>verkenning:</i> kleine groepen<br><i>reflectie:</i> klassikaal  |
| Scenario 4 | 7 / 8     | patronen ontdekken              | onafhankelijk (buiten regulier curriculum)     | werkbladen en educatieve spelletjes         | educatieve spelletjes bij reflectie  | <i>verkenning:</i> kleine groepen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal                                 |

Tabel 2. Scenario kenmerken.

Het is uiteraard mogelijk om in vervolgonderzoek andere keuzes te maken en deze tot aanvullende scenario's te verwerken.

## 11.2 Scenario 1: Klokkijken tot 5 minuten

| Scenario  | Doelgroep | Sub-domein                      | Relatie tot methode                     | Gebruikte materialen                         | Inzet digibord   | Onderwijssetting   |
|-----------|-----------|---------------------------------|---|--|--|--|
| Scenario1 | 5 / 6     | tijd (klokkijken tot 5 minuten) | onafhankelijk (sluit aan op methodeles) | werkblad, educatief klok-spelletje, kloktool | introductie met kloktool, presentatie oplossingen en reflectie met tools, verwerkings opdracht | <i>verkenning:</i> klassikaal gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal |

Heel wat kinderen hebben moeite met leren klokkijken, vooral omdat de kleine wijzer van een klok iets heel anders aangeeft dan de grote wijzer. Als kinderen eenmaal de hele en halve uren en kwartieren kunnen aflezen en benoemen, ontstaan er vaak weer problemen met de tijdstippen waarin het gaat om 5 en 10 minuten voor en over het hele uur en voor en over het halve uur. Het gebruik van een klok met maar één wijzer zou kunnen helpen om deze problemen te voorkomen of op te lossen. Daarvoor wordt een interactieve klok gebruikt die kan worden ingesteld om één of beide wijzers te tonen. Daarnaast wordt een ander interactief tool gebruikt dat leerlingen specifiek met de kloktijden tot 5 minuten laat oefenen.



De les begint met het oprfrissen van voorkennis via een open constructieopdracht waarin de leerlingen gevraagd wordt om individueel een makkelijke, moeilijke en neutrale klokstand te tekenen en het weergegeven tijdstip te noteren. Een paar kinderen presenteren met het tool op het digibord hun eigen producties en lichten deze voor de klas toe. Vervolgens werken de leerlingen in tweetallen met beide tools op de computer, waardoor ze het klokkijken op twee verschillende manieren oefenen. Nadat de leerlingen zelfstandig hebben gewerkt, volgt een sessie met de hele groep met het digibord. De opgedane kennis wordt geconsolideerd aan de hand van een matchingsopdracht waarbij klokken en tijdstippen met elkaar moeten worden verbonden. Indien gewenst wordt door middel van een gezamenlijke activiteit op het digibord de digitale klok aan de standaard klok gekoppeld. Tot slot vat de leerkracht de belangrijkste leerpunten van de les samen, en schrijft of tekent deze eventueel op het digibord.

### 11.3 Scenario 2: Tafels van 8 en 9<sup>8</sup>

| Scenario  | Doelgroep | Sub-domein        | Relatie tot methode                        | Gebruikte materialen            | Inzet digibord                                   | Onderwijssetting   |
|-----------|-----------|-------------------|--|---------------------------------|--|--|
| Scenario2 | 5 / 6     | tafels van 8 en 9 | onafhankelijk<br>(sluit aan op methodeles) | werkblad, educatieve spelletjes | educatief spelletje bij introductie en reflectie | <i>verkenning:</i><br>klassikale introductie gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i><br>klassikaal |

Bij het leren van de tafels zijn verwante sommen (buursommen, omgekeerde, dubbele, tien keer) belangrijk. Een tafel wordt vaak opgebouwd vanuit 'makkelijke' en al bekende producten. Bij de tafel van 8 kan bijvoorbeeld  $5 \times 8$  verbonden worden aan  $10 \times 8$  of aan  $8 \times 5$ . Na deze fase van begripsmatige opbouw komt het oefenen en automatiseren aan bod.



Deze les maakt gebruik van een educatief spelletje waarbij leerlingen steeds een keersom met uitkomst moeten opgeven. Als de som goed is, krijgt de speler een daaraan verwante som te zien. Deze wordt gegenereerd door het spel, bijvoorbeeld door een van de factoren van het opgegeven product te halveren of te verdubbelen, er eentje meer of eentje minder van te maken, een factor keer 10 te doen, de factoren om te keren, enzovoort.

De les begint met het opfrissen van voorkennis, waarbij enkele leerlingen voor de klas op het digibord het spel voordoen. Daarna spelen de leerlingen het spelletje in tweetallen op de computer, waarbij ze zich richten op sommen uit de 'nieuwe' tafel(s) en elkaar stimuleren om interessante sommen te bedenken. Vervolgens bespreekt de leerkracht samen met de klas wat de leerlingen ontdekt hebben: welke 'trucs' gebruikt het spel om van de opgegeven som een 'buursom' te maken en hoe kan dit helpen bij het leren van de tafels? Enkele leerlingen laten hun somparen op het digibord zien en leggen uit wat ze ontdekt hebben. Daarna kan aan de klas gevraagd worden om bij een door een leerling ingetypte som, zelf 'buursommen' te bedenken. Tot slot vat de leerkracht de belangrijkste leerpunten van de les samen, en schrijft of tekent deze eventueel op het digibord.

<sup>8</sup> Dit scenario is in samenspraak met de leerkracht ontwikkeld, maar niet uitgevoerd binnen de looptijd van het onderzoek.

## 11.4 Scenario 3: Oppervlakte

| Scenario  | Doelgroep | Subdomein   | Relatie tot methode                              | Gebruikte materialen                | Inzet digibord                                  | Onderwijssetting  |
|-----------|-----------|-------------|--|-------------------------------------|---|---|
| Scenario3 | 7 / 8     | oppervlakte | onafhankelijk<br>(sluit aan op methodeonderwerp) | werkbladen en virtueel manipulatief | reflectie mbv virtueel manipulatief en animatie | <i>verkenning:</i><br>kleine groepen<br><i>reflectie:</i><br>klassikaal |



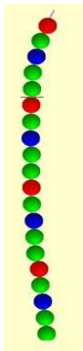
Veel leerlingen vinden oppervlakte moeilijk. Leerlingen denken snel aan regels als 'lengte keer breedte' of 'alle lengtes optellen' of ze 'doen maar wat' met de getallen. Vooral als het niet om rechthoeken gaat, maar om andere, soms samengestelde vormen gaat er van alles mis.

Het is belangrijk dat leerlingen weer gaan nadenken over wat oppervlakte eigenlijk is en strategieën ontwikkelen om oppervlaktes te bepalen anders dan met een vaste regel. Het zelf onderverdelen en samenstellen van vormen kan daarbij helpen. In deze les krijgen leerlingen een aantal samengestelde vormen te zien. De opdracht is om de oppervlakte van elke vorm aan de hand van de opgegeven maten te bepalen en te laten zien hoe ze dat hebben gedaan. Bij dit soort vormen liggen strategieën als 'knippen' (verdelen) of aanvullen voor de hand. Deze strategieën kunnen dynamisch en interactief op het digibord worden uitgevoerd, waarbij de vormen ook weer 'heel' kunnen worden gemaakt. De vormen worden op werkbladen gegeven of in een interactief computertool aangeboden. Nadat de leerlingen in tweetallen hebben gewerkt, worden de verschillende oplossingen op het digibord gepresenteerd en besproken. Voor elk van de vormen presenteert een aantal tweetallen hun oplossing. De leerkracht stimuleert de leerlingen na te denken over verschillen en overeenkomsten tussen de gepresenteerde oplossingen, en deze te verwoorden. Aan het eind vat de leerkracht de strategieën op het digibord samen, bijvoorbeeld door ze in de vorm van animaties te laten zien.

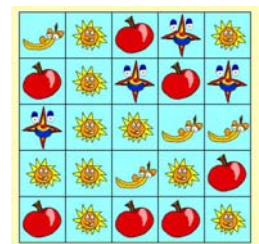
## 11.5 Scenario 4: Onderzoeksles

| Scenario   | Doelgroep | Subdomein          | Relatie tot methode                        | Gebruikte materialen                | Inzet digibord                      | Onderwijssetting   |
|------------|-----------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Scenario 4 | 7 / 8     | patronen ontdekken | onafhankelijk (buiten regulier curriculum) | werkbladen en educatieve spelletjes | educatieve spelletjes bij reflectie | <i>verkenning:</i><br>kleine groepen aan computer<br><i>reflectie:</i><br>klassikaal |

Bij een onderzoeksles gaan leerlingen, met begeleiding van de leerkracht, op onderzoek uit. Uitgangspunt is een uitdagend en betekenisvol probleem dat de leerlingen uitnodigt om met elkaar en met de leerkracht in discussie te gaan en met elkaar verschillende redeneringen te ontdekken. Bovendien moet de aard van het probleem zo zijn dat de opgeroepen discussies en redeneringen de leerlingen helpen nieuwe wiskundige concepten te verwerven.



Deze les maakt gebruik van twee interactieve computer tools. Het eerste tool is een serie opdrachten rond kralenpatronen en stimuleert de leerlingen te redeneren over patronen (deelbaarheid en rekenen en redeneren over de rest). Het tweede tool kan gezien worden als een voorloper van algebra, en specifiek het oplossen van eenvoudige stelsels vergelijkingen. De bedoeling is dat de leerlingen steeds uitzoeken hoeveel ieder plaatje waard is; als ze alles goed hebben dan kloppen de horizontale en verticale optellingen.



De leerlingen werken in tweetallen op de computer; de opdracht is om uit te zoeken hoe ze elke opgave systematisch kunnen oplossen, welke redenering ze daarbij gebruiken en om te laten zien hoe ze daarachter zijn gekomen. Nadat de leerlingen met de tools hebben gewerkt presenteert een aantal tweetallen hun bevindingen op het digibord, bijvoorbeeld door hun oplossing dynamisch met het tool voor te doen. De andere leerlingen proberen de presentatie te volgen en mee te denken. Aan het eind vat de leerkracht de verschillende oplossingen samen, door ze op het digibord voor te doen, of door een overzicht op het digibord te presenteren.



## DEEL IV: CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Hoofdstuk 4 betreft de algemene effecten van het digibord met betrekking tot onderwijsstrategieën, didactische mogelijkheden, en effecten op de leerlingen zelf. In hoofdstuk 5 beschreven we hoe de benadering van het realistisch rekenen en het gebruik van interactieve tools kunnen bijdragen aan de begripsvorming. In hoofdstuk 6 zijn de kernelementen geïdentificeerd van lessen die specifiek bijdragen aan de begripsvorming bij rekenen-wiskunde, namelijk verkenning, reflectie, sociale interactie, en interactie met het leermateriaal. Deze perspectieven zijn vervolgens in hoofdstuk 10 gecombineerd tot richtlijnen voor de inzet van het digibord in de reken-wiskundeles, rekening houdend met de beperkingen en mogelijkheden van de huidige situatie (beschreven in Deel II). Vervolgens is in hoofdstuk 11 beschreven hoe deze inzichten concrete invulling kunnen krijgen in de vorm van een aantal prototypische onderwijsarrangementen of scenario's. In dit vierde, afsluitende deel van het verslag evalueren we de betekenis van de onderzoeksresultaten voor de inzet van het digibord als katalysator voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde en doen we aanbevelingen voor de praktijk en voor vervolgonderzoek.

### 12. Conclusies

#### *12.1 Toegevoegde waarde voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde*

Veel van de elders gesignaleerde effecten van het digibord in het basisonderwijs (zie hoofdstuk 4) zijn ook in dit onderzoek geconstateerd. Wat betreft de extra didactische mogelijkheden is gebleken dat een grote diversiteit aan materiaal beschikbaar is dat integraal in de les kan worden aangeboden. Zo kunnen bijvoorbeeld ingescand leerlingwerk, werkbladen, interactieve tools, online-programma's zoals Google Earth, rekenmodellen en andere digibordhulpmiddelen als virtueel leermateriaal in de reken-wiskundeles worden ingezet. Leerlingen kunnen hiermee in interactie treden. Deze diversiteit kent echter een keerzijde, waarop we in de volgende sectie terugkomen.

Met betrekking tot onderwijsstrategieën blijkt dat het digibord de interactieve discussie, die zo belangrijk is bij de reken-wiskundige begripsvorming (zie hoofdstuk 5), uitstekend kan ondersteunen. Ten eerste maakt het digibord het mogelijk de gezamenlijke aandacht tegelijk op dezelfde dingen te richten en te houden, wat tevens de lesparticipatie en de betrokkenheid van de leerlingen ten goede komt. Daarnaast gaan leerlingen bij de verkenning van een onderwerp met behulp van interactieve tools op het digibord in interactie met de leerstof, waarbij hun handelingen en de gevolgen ervan voor allen zichtbaar zijn. Op deze wijze leren leerlingen structuur, vorm en patronen in reken-wiskundige problemen samen te ontdekken en de betekenis daarvan samen te formuleren. Eveneens tijdens de reflectie maken de visuele en interactieve mogelijkheden van het digibord dat verschillen en overeenkomsten in aanpak zichtbaar en

daardoor bespreekbaar worden. Bovendien worden leerpunten dynamisch, toegankelijk en vallen ze op, wat niet alleen individueel leereffect heeft, maar tevens de kans vergroot dat ze gemeengoed worden in de hele klas. We concluderen dat het digibord een uitstekend middel is om op deze wijze het proces van geleid heruitvinden te ondersteunen, wat volgens de theorie van realistisch rekenen zou moeten leiden tot vergroting, verdieping en verbreding van het reken-wiskundige inzicht.

Het digibord blijkt ook geschikt te zijn om gedifferentieerd onderwijs te bieden aan kleinere groepen of aan individuele leerlingen, waarbij de leerkracht bijvoorbeeld verlengde instructie geeft. We verwachten dat ook activiteiten ter verrijking en verdieping van de leerstof op eenzelfde wijze met gebruik van het digibord aan het individu of aan kleine groepen leerlingen kunnen worden aangeboden, hoewel dit geen onderdeel van de uitgevoerde interventies was.

Met betrekking tot de effecten op de leerlingen zelf blijkt dat leerlingen het prettig vinden om op het digibord te werken en hun werk voor de klas laten zien, en dat de betrokkenheid bij een digibordles groot is. Doordat de denkprocessen van leerlingen en de daaruit voortkomende handelingen met behulp van het digibord zichtbaar worden, wordt het voor leerlingen ook makkelijker om te articuleren wat ze weten en begrijpen en met anderen daarover te praten. Op deze wijze krijgen leerlingen de mogelijkheid zelf het leerproces te expliciteren en vorm te geven.

Een kanttekening is hier op zijn plaats. In dit onderzoek zijn geen metingen verricht naar de werkelijke effecten op het reken-wiskundige begrip van leerlingen, in cognitieve noch affectieve zin. Daarom kunnen geen definitieve uitspraken worden gedaan over het behaalde begripsniveau, motivatie, plezier, interesse, of zelfvertrouwen. Wel zijn er enkele waarnemingen die een indicatie geven dat dergelijke effecten wel gerealiseerd zijn. Een eerste voorbeeld daarvan vormt de vergelijking van de twee lessen over oppervlakte die bij dezelfde groep leerlingen werden uitgevoerd: de pre-interventieles en de interventieles. In de pre-interventieles werd het digibord bij het oppervlakte probleem uitsluitend door de leerkracht gebruikt om het probleem te presenteren en om een enkele oplossingsstrategie te demonstreren en na te bespreken. Geen van de leerlingen had deze strategie zelf correct toegepast en er bleken misvattingen te heersen die ook na de nabespreking nog voortleefden. Volgens de leerkracht kregen deze leerlingen regelmatig uitleg over oppervlakte maar de vooruitgang in dat opzicht was gering. In de interventieles gingen dezelfde leerlingen in groepjes eerst explorerend (op papier) van diverse vormen de oppervlakte bepalen, waarbij de verschillende oplossingsstrategieën op natuurlijke wijze werden ontdekt. Vervolgens werd het digibord door de leerlingen gebruikt om verschillende aanpakken te demonstreren en uit te leggen, waardoor de betekenis van het oppervlakte begrip veel sterker naar voren kwam. Hierbij ontstond ook interactie tussen de verschillende groepen over ieders aanpak. In tegenstelling tot de pre-interventieles bleek uit de uitleg van de leerlingen tijdens de interventieles dat ze veel beter begrepen wat oppervlakte eigenlijk is en hoe dit berekend kan worden.

Een tweede indicatie van zowel verbeterd begrip als verhoogd zelfvertrouwen komt uit de interventieles klokkijken. In deze les werd het digibord door de leerlingen gebruikt om interactieve opdrachten voor te doen maar ook om hun redeneringen aan de klas uit te leggen. Tijdens de gezamenlijke eindreflectie, waarbij de leerkracht samen met de leerlingen de belangrijkste leerpunten samenvatte, legde een van de zwakkere (aldus de leerkracht) leerlingen keurig uit wat

ze had geleerd en vertelde erbij dat ze het klokkijken eerst moeilijk vond maar nu het gevoel had dat ze het wel kon.

Deze twee voorbeelden, waarbij enige vergelijking kan worden gemaakt tussen de situaties met en zonder het digibord, suggereren dat de inzet van het digibord op de wijze die in dit rapport wordt voorgesteld wel degelijk impact heeft op de cognitieve ontwikkeling en de affectieve toestand van de betrokken leerlingen.

## **12.2** *Randvoorwaarden voor de succesvolle inzet van het digibord*

In overeenstemming met de geraadpleegde literatuur is bij dit onderzoek gevonden dat het succes van het digibord grotendeels afhangt van de leerkracht die het gebruikt. Vakkennis, goede didactische en pedagogische vaardigheden, en voldoende kennis van de mogelijkheden van de technologie zijn allemaal nodig om lesgeven met het digibord tot een succes te maken. In deze sectie worden deze punten nader toegelicht.

Hoewel de didactische mogelijkheden door de grote beschikbaarheid van allerlei soorten lesmateriaal worden vergroot, is het cruciaal dat leerkrachten niet proberen de hele wereld erbij te halen, alleen omdat dat nu zo makkelijk kan. Wanneer de leerlingen overweldigd worden door een te grote hoeveelheid aan verschillende soorten materiaal, ontstaat het risico dat ze het overzicht op en de samenhang in de leerstof kwijtraken, wat het leereffect teniet kan doen. Een helder lesdoel, en goede organisatie en voorbereiding van de les, en een zorgvuldige selectie van de te gebruiken materialen blijken onontbeerlijk.

Verder blijkt dat leerkrachten de ins-en-outs van het eigen digibord goed moeten kennen en goed thuis moeten zijn in de techniek van het digibord, zodat ze kunnen inspringen wanneer zich technische problemen voordoen. Wanneer dit niveau van technische beheersing niet wordt bereikt is het moeilijk om met behulp van het digibord op een creatieve en spontane manier ter plekke op vragen en behoeften van individuele leerlingen in te gaan.

Tot slot merken we op dat, bij de implementatie van de algemene richtlijnen en/of de ontwikkelde onderwijsarrangementen, leerkrachten in eerste instantie datgene dienen uit te kiezen en in te voeren wat bij hun eigen stijl en kenmerken aansluit. Dit wil niet zeggen dat de innovatie en ontwikkeling van de pedagogie van leerkrachten niet beoogd wordt - in tegendeel. Wel willen we waarschuwen voor het nemen van te grote stappen op onbekend terrein, wat het succes van hetgeen wordt ondernomen in gevaar kan brengen. We zien liever dat leerkrachten in eerste instantie dichtbij de eigen mogelijkheden blijven en zich gaandeweg in de richting bewegen van het volledig kunnen inzetten van het digibord op de manier die we hier hebben beschreven.

## **12.3** *Antwoord op de centrale onderzoeksvraag*

De centrale vraag van dit onderzoek luidt: *Op welke manier kan het digitale schoolbord worden ingezet als katalysator voor de begripsvorming bij rekenen-wiskunde in het basisonderwijs?* We hebben gezien dat dit kan gebeuren wanneer het digibord ondersteuning biedt aan die leselementen die specifiek bijdragen aan de begripsvorming bij rekenen-wiskunde, namelijk verkenning, reflectie, sociale interactie, en interactie met het leermateriaal. Concreet betekent dit dat het digibord wordt ingezet conform de richtlijnen uit hoofdstuk 10. De in het kader van dit onderzoek ontworpen onderwijsarrangementen, of scenario's, zijn daar voorbeelden van. Daarnaast is het cruciaal dat leerkrachten bereid zijn zich de technische mogelijkheden van het digibord eigen te maken en zich te verdiepen in het beschikbare lesmateriaal, en dat ze in eerste

instantie het digibord gebruiken op een manier die overeenkomt met de eigen handelingswijze. Vanuit deze basis kunnen leerkrachten zich steeds meer ontwikkelen naar een professionele en volledige benutting van de pedagogische en technische mogelijkheden van het digibord.

## **13. Aanbevelingen**

### ***13.1. Aanbevelingen voor de praktijk***

Deze conclusies hebben zekere implicaties voor de opleiding en professionalisering van leerkrachten. Ten eerste, om leerkrachten de noodzakelijke technische know-how te laten opbouwen, is gerichte training nodig. Het is sterk aan te bevelen een dergelijke training in het professionaliseringsbeleid van de school op te nemen, daar de opstartbarrières voor het werken met nieuwe technologie voor leerkrachten anders te groot kunnen zijn. Zelfs wanneer leerkrachten voldoende gemotiveerd zijn om zelf uit te zoeken hoe ze met het digibord kunnen werken, kan het onnodig tijdrovend en frustrerend zijn het wiel helemaal zelf te moeten uitvinden.

In verband hiermee is een structurele en gerichte ICT-ondersteuning op school, bijvoorbeeld door een ICT-coördinator, aan te bevelen. De aanwezigheid van een dergelijke dagelijkse ondersteuning zal bovendien wellicht de 'uptake' van het digibord doen vergroten. Verder is het nuttig wanneer leerkrachten hun digibordkennis en -vaardigheden met elkaar delen, bijvoorbeeld door lid te worden van digibord-gebruikersfora. Zo kunnen leerkrachten profiteren van elkaars ervaringen en werk met het digibord.

Verder pleiten we ervoor dat leerkrachten regelmatig bewust kiezen voor onderwijsvormen waarin zowel individueel maatwerk als klassikaal onderwijs hun plaats hebben. Uit dit onderzoek, maar ook uit de geraadpleegde literatuur, blijkt dat het digibord zowel individuele als collectieve leerprocessen kan ondersteunen, wat nieuwe mogelijkheden geeft voor het bieden van instructie, verlengde instructie, verrijking en verdieping.

Tot slot merken we op dat er wellicht leerkrachten zijn die uitsluitend met de gangbare reken-wiskundemethoden en de methodegebonden digibord-software willen werken. Deze software is in korte tijd steeds mooier en krachtiger geworden. Toch hebben we in dit onderzoek aangetoond dat het digibord nog meer kan bijdragen aan de begripsvorming, door ook ander materiaal op de juiste manier en op het juiste moment in de les in te zetten. Deze mogelijkheden geven een extra impuls voor goed onderwijs, dat uiteindelijk de verantwoordelijkheid is van degene die voor de klas staat, en niet degene die onderwijsmiddelen ontwerpt. De uitdaging voor allen die zich met het onderwijs bezighouden is om leerkrachten zo ver te krijgen dat ze het digibord, met alle zijn potentie, daadwerkelijk willen en kunnen omhelzen.

### ***13.2. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek***

De richtlijnen voor de inzet van het digibord in de reken-wiskundeles (zie hoofdstuk 10) geven voldoende basis voor het ontwikkelen van veel andere onderwijsarrangementen, of alternatieve vormen van de reeds ontwikkelde scenario's. Gezien het succes van de uitgevoerde interventies,

stellen we voor dit werk in vervolgonderzoek voort te zetten en deze richtlijnen uit te werken in de vorm van aanvullende digibordlessen, op de manier die in sectie 0 is beschreven.

Daarnaast bevelen we aan om nader onderzoek uit te voeren naar het gebruik en de effecten van de methodespecifieke digibord-software van de educatieve uitgeverijen. In dat onderzoek kan bijvoorbeeld de in het gesprek met Thieme opgeworpen vraag of het voor de begripsvorming wel of niet effectiever is om representaties te gebruiken die in alle opzichten visueel consistent zijn met het lesmateriaal.

Tenslotte zien we graag dat de leereffecten die met het digibord bereikt kunnen worden enigszins hard gemaakt worden. Dit houdt in dat vervolgonderzoek in een meer experimentele vorm plaats zou moeten vinden, waarbij de cognitieve en affectieve effecten van het digibord gemeten worden. Om de kwantitatieve gegevens die op deze manier verkregen worden beter te kunnen interpreteren zouden tevens kwalitatieve gegevens moeten worden verzameld, in de vorm van interviews met leerlingen en zogenaamde hardop denkprotocollen. Door deze empirische informatie samen in ogenschouw te nemen zal men een beter inzicht krijgen in zowel de leeruitkomsten als de leerprocessen die, met behulp van het digibord, gerealiseerd worden.

## Referenties

- Agterberg, M., & Theeuwes, P. (2007). *Een onderzoek naar de inzet van digitale schoolborden: Benchmark*.
- Becta (2004). *Getting the most from your interactive whiteboard: A guide for primary schools*.
- Cogill, J. (2002). *How is the interactive whiteboard being used in the primary school and how does this affect teachers and teaching?*
- Doorman, M., Drijvers, P., Dekker, T., Van den Heuvel-Panhuizen, M., De Lange, J., Wijers, M. (2007). Problem solving as a challenge for mathematics education in The Netherlands. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 39(5-6), 405-418.
- Drijvers, P. (2007). Instrument, orkest en dirigent: een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs. *Pedagogische Studiën*, 84, 358-374.
- Fisser, P., & Gervedink, G. (2007). *Eindrapportage Digitale Schoolborden. Implementatie en gebruik van digiborden bij de scholen van de Stichting voor Christelijk Primair Onderwijs Centraal Twente*. Gedownload January 14<sup>th</sup>, 2008, van <http://www.ictopschool.net/onderzoek/files/ICTOSFile.2007-12-20.5509/file/>.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education. China Lectures*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CD-β press.
- Gravemeijer, K. P. E., Bakker, A., & Wubbels, T. (2007). Wiskunde en ICT: Inleiding op het themanummer. *Pedagogische Studiën*, 84, 327-329.
- Intomart Gfk. (December, 2007). *Kennisnet ICT op school*.
- Keijzer, R. (2003). Teaching formal mathematics in primary education. In P. Drijvers (Red.), *Classroom-based research in mathematics education*. Utrecht: Freudenthal Insitute.
- Kennisnet/ICT op school (2007a). *Vier in Balans Monitor 2007. Stand van zaken over ict in het onderwijs*. Gedownload 2 juni 2008, van <http://www.ictopschool.net/Files/ICTOSFile.2007-09-07.4407/>.
- Kennisnet/ICT op school. (2007b). *Informatiewijzer: Digitale schoolborden*. Gedownload 2 juni 2008, van <http://www.kennisnet.nl/cpb/po/praktijkbeeld/bestanden/infowijzer-digitale-schoolborden.pdf>.
- Kennisnet/ICT op school. (2007c). *KOOPwijzer: Digitale schoolborden*. Gedownload 2 juni 2008, van <http://corporate.kennisnet.nl/publicaties/persberichten/digitaleschoolborden>.
- Kennisnet. (2008). *Digitale schoolborden in het PO*. Gedownload 12 januari 2009, van <http://onderzoek.kennisnet.nl/kennisvanwaarde/onderzoekseries>.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8, 372-377.
- Moyer, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8, 202-218.

- Nelissen, J. (1987). *Kinderen leren wiskunde. Een studie over constructie en reflectie in het basisonderwijs*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Nelissen, J. M. C. (2002). Interactie: een vakpsychologische analyse. In R. Keijzer & W. Uittenbogaard (Reds). *Interactie in het reken-wiskundeonderwijs*, 11-40.
- Plantinga, S., & van Diepen, M. (2006). *ICT-management positief over investeringen*. TNS-NIPO.
- Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2), 91-101.
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions: a model of goal and theory description in mathematics instruction - The Wiskobas project*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sutherland, R., Breeze, N., Gall, M., Godwin, S., Matthewman, S., Shortis, T. et al. (2002). *Pedagogy and purpose for ICT in primary education*. Paper presented at an international working conference organised by the IFIP Working Group, Manchester 2002.
- Van Galen, F., & Buter, A. (1997). Computer tasks and class discussion in mathematics. *Panama-Post. Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 16, 11-18.
- Van Galen, F., & Jonker, V. (2003). *Rekensoftware op internet. Het RekenWeb gebruik in de klas*. Bodegraven: Instruct.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematics in Science and Technology Education*, 14, 293-305.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice. Learning as a social system*. New York: Cambridge University Press.

# BIJLAGEN

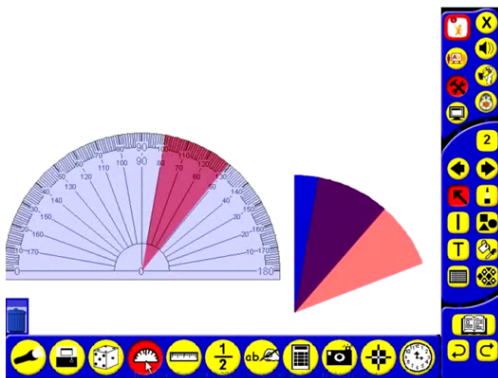




# BIJLAGE A: BESCHIKBARE DIGIBORD-SOFTWARE VOOR DE BEGRIPSVORMING

## Bord- en methodeonafhankelijke digibord-software

### *ACTIVprimary*



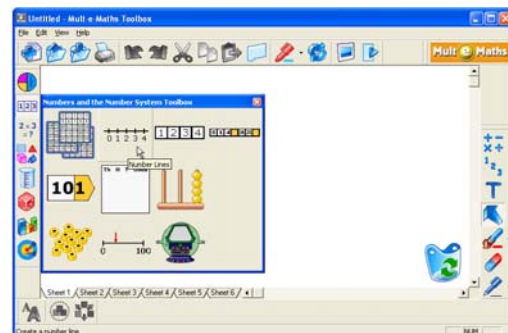
ACTIVprimary, afkomstig van Promethean ACTIVboard (<http://www.activboard.nl/>) kan op andere borden dan het ACTIVboard worden gebruikt. Deze software is bedoeld voor basisscholen en bevat een bronnenbibliotheek met afbeeldingen, achtergronden, sjablonen en voorbeeldlessen. Daarnaast zijn er de algemene ACTIVboard tools, waaronder stemkastjes, zoeklicht, rolgordijn, vergrootglas, dobbelsteen, liniaal, hoekmeter en rekenmachine.

ACTIVprimary bestaat uit een leerkrachtgebied en een interactief leerlinggebied. Voor de leerkracht zijn er twee modi ter beschikking, ten eerste de ontwerpmodus die het maken van complexe activiteiten mogelijk maakt via een scala aan bewerktfuncties, en ten tweede de presentatiemodus, die de benodigde gereedschappen levert voor het presenteren. De reken-/wiskunde software bevat o.a. de volgende rekenmodellen: honderdbord, getallenlijn, vormen, getallenvolgorde, optellen en aftrekken, getallen waardekaart, geld. Bij een beperkt aantal voorbeeldlessen voor rekenen-wiskunde zit een element van begripvorming. Verder is er een Nederlandstalige gebruikersinterface, die gebruiksvriendelijk, visueel en helder oogt.

### *Multi-Maths Toolbox*

De Multi-Maths Toolbox van Hitachi (<http://www.cambridge-hitachi.com/products/primary/multemaths/multemaths-site/toolbox/default.htm>) is ook op andere borden te gebruiken (i.s.m. Chameleon software).

De Toolbox bestaat uit een achttal componenten, die georganiseerd zijn naar reken-wiskunde thema's met de daarbij relevante tools, zoals getallenlijn en –bord, roosters, ruimte en vormen, tekentools, hoekmeters, breuken en plaatswaarde, klokkijken en meten. De tools kunnen naar behoefte gemodificeerd, opgeslagen en aangepast worden.



Met behulp van de zogenaamde “Lesson Builder” kan de leerkracht ook zelf lessen plannen, structureren, bouwen, opslaan en uitwisselen met andere leerkrachten. Daarnaast is er de Maths

Dictionary die gebruikt kan worden om leerlingen kennis te laten maken met nieuwe termen en concepten, of om te reviseren. Verder is er specifieke aandacht voor de inzet van de Mult-e-Maths Toolbox bij begripsontwikkeling. Met als uitgangspunt dat praten en luisteren in de vorm van discussie en dialoog essentieel zijn bij de begripsvorming, is er een module *“Talking points with the Mult-e-Maths Toolbox”*. Deze bevat suggesties waarmee leerlingen gestimuleerd kunnen worden om te praten en te denken over wiskunde, aan de hand van Mult-e-Maths Toolbox activiteiten.

### **C-tools**



Het softwarepakket C-tools (Sahara Interactive; ([www.mijnschoolborddigitaal.nl](http://www.mijnschoolborddigitaal.nl))) is op elk digibord te gebruiken en komt oorspronkelijk uit Engeland, alwaar de basissoftware ontwikkeld wordt. De software wordt naar het Nederlands vertaald. C-tools is vooral een “achtergrond waar je van alles op kunt plaatsen”. Hiermee kunnen lessen worden voorbereid en gepresenteerd. De “Windows look and feel” gebruikersinterface is herkenbaar voor ervaren PC-gebruikers; maar voor onervaren PC-gebruikers is misschien daardoor onprettig.

C-tools biedt o.a. de volgende functionaliteiten: clipart; tekengereedschap (waaronder pen/potlood, penseel, markeerstiften en vulgereedschap); en hulpmiddelen zoals schrijflijnen, ruitjespapier, grafiekpapier, notenbalken, honderdveld en tafelveld, rekenmachine, gordijn, zoeklicht en vergrootglas. Daarnaast kan ‘statisch’ materiaal worden verrijkt doordat aantekeningen kunnen worden opgeslagen, objecten kunnen worden verplaatst, vergroot, verkleind en bewerkt, audiovisueel materiaal kan worden ingevoegd en Internetkoppelingen kunnen worden opgenomen. De versie van C-tools die voor dit onderzoek werd bekeken bevatte geen reken-wiskundemodellen, echte meetinstrumenten of enige reken-/wiskunde inhoud. Opvallend is dat liniaal, hoekmeter etc. in de Clipart zitten en dus ‘statisch’ zijn. Dit kan meetproblemen geven wanneer het ‘liniaal’ of ‘hoekmeter’ plaatje niet op schaal wordt uitvergroot c.q. verkleind. Hierdoor kunnen deze objecten niet als meetinstrument worden beschouwd. Ze kunnen wel naar het lesgebied worden gesleept en ergens overheen worden gelegd, gedraaid enz. Volgens de leverancier komt binnenkort een nieuw softwarepakket met nieuwe interactieve multimedia tools waaronder tools voor rekenen-wiskunde.

### **Easiteach**

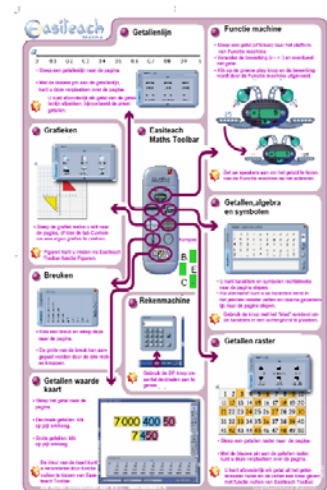
Met de Easiteach software ([www.easiteach.nl](http://www.easiteach.nl)) kunnen interactieve lessen worden gemaakt die op elk merk digibord werken. Met de basis software kan statisch lesmateriaal worden bewerkt tot dynamisch c.q. interactief materiaal, door geluid, spraak (ook de eigen stem), Internetlinks enzovoort toe te voegen. Deze zelfontworpen lessen en lesstof kunnen worden opgeslagen in een uitgebreide lessendatabase. Dit is een bibliotheek met kant-en-klare Nederlandstalige digibordlessen (genoemd Easibooks) die door verschillende gebruikers zijn gemaakt en die kunnen worden gedownload. Deze Easibooks zouden een goedkoper alternatief zijn voor methodegebonden software, maar de kwaliteit is wel minder. Voor rekenen-wiskunde echter hebben de Easibooks alsnog weinig inhoud. Er is tevens een multimedia resourcebank, maar die is vrij beperkt en bestaat voornamelijk uit statische plaatjes.

Daarnaast zijn er diverse tools (bijvoorbeeld pen, gum, lijnen trekken, 'hotspot', liniaal en hoekenmeter) en achtergronden (lijntjes, ruitjes enz.), en aantekeningen kunnen worden gemaakt en opgeslagen. Het gebruiksgemak wordt verhoogd door functies zoals de mogelijkheid om te werken in *split screen* mode. Minder handig is het feit dat er slechts één inzoom niveau is. Lessen worden gemaakt met pagina's die samen een les kunnen vormen en die met een 'sorter' (*storyboard*) her-in te delen zijn.

De basis software is uit te breiden met vakgerichte modules, waaronder de module "Easiteach maths" (Maths-Toolbar). Dit bevat enkele interactieve reken-/wiskundemodellen, te weten: getallenlijn, grafieken, functiemachine, breuken, rekenmachine, getallen, algebra en symbolen, getallen waardekaart, getallenraster. Het is jammer dat de Maths-toolbar niet te gebruiken is bovenop een andere applicatie.

Het gebruik van Easiteach voelt aan als een gewoon bord, o.a. doordat er met sleepbare toolbars wordt gewerkt, die op handsets lijken en die overal op het bord (en op iedere stuk software) kunnen worden neergezet. Zo kunnen ook kleine kinderen bij de knopjes, omdat de toolbars helemaal onderaan het bord kunnen worden gezet.

Verder is de gebruikersinterface gebruiksvriendelijke, visueel en helder – alles gebeurt met heldere icoontjes. Voor gebruikers zonder veel computerervaring is de interface daardoor vrij intuïtief en bruikbaar, en voelt niet als een computerinterface aan. Er zijn weinig specifieke ICT vaardigheden voor nodig.



## Methodegebonden digibord-software

### Alles Telt 2<sup>e</sup> editie



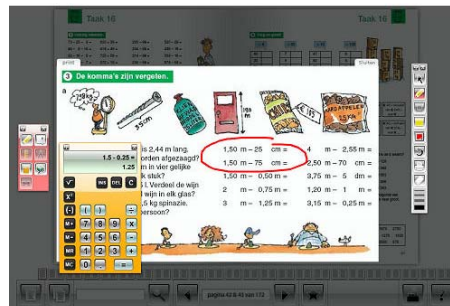
Alles Telt 2<sup>e</sup> editie is vanaf het schooljaar 2009-2010 beschikbaar. Al het schriftelijke lesmateriaal (lesboeken, werkschriften, toetsen) is in digitale bladervorm beschikbaar als klikbare PDFs vanaf de centrale server. Er kan doorheen worden genavigeerd, en in- en uitgezoemd. Op elk leselement kan geklikt worden, en op dat moment wordt het bijbehorende deel van de oefensoftware (i.e. animatie of verwerkingsopdracht) de digibordomgeving binnen-gehaald en vertoond.

De leerobjecten uit de oefensoftware worden zo hergebruikt. Al het computer materiaal is in principe ook geschikt voor het digibord. Daarnaast is er een rekentoolkit met interactieve rekentools zoals klok, kralenketting, maatbeker, getallenlijn enzovoort, die qua vormgeving exact aansluiten bij het methodeboek. Deze tools worden via een groepsgebonden menu opgeroepen en kunnen over de pagina heen kunnen worden geschoven.

Noemenswaardig zijn de taaltips die in de leerkrachthandleiding worden gegeven, waarmee de leerkracht wordt geholpen de specifieke rekentermen en lastige begrippen die in de les aan de orde komen nog explicieter onder de aandacht te brengen. Hoewel er geen software is bij de taaltips kan de leerkracht de mogelijkheden van het digibord hierbij gebruiken. Bijvoorbeeld, tijdens een verkenningsgesprek kunnen deze termen omcirkeld of onderstreept worden, of het zoeklicht kan erop worden gezet.

### *De Wereld in Getallen en Pluspunt*

Voor beide methoden wordt momenteel een nieuwe versie op een aantal scholen gepilot. Bij de nieuwe versies hoort ook speciaal ontwikkelde methodegebonden digibord-software. De nieuwe versies van de methoden en de bijbehorende digibord-software (versie 2.0) worden voor groepen 3 tot 5 in het schooljaar 2009-2010 ingevoerd; voor groepen 6 tot 8 in het schooljaar 2010-2011.



Ook de oude versies van de methoden en de daarvoor ontwikkelde digibord-software worden gehandhaafd. Voor de oude versies van de methoden zijn voor alle groepen digibordboeken gemaakt. Dit zijn digitale bladerversies van de leerlingenboeken, met de mogelijkheid om te vergroten en erin te schrijven; aantekeningen worden niet opgeslagen. Daarnaast zijn er bij de oude methoden in groep 7 en 8 digibordlessen. Feitelijk zijn dit digibordboeken maar dan verrijkt. Leerkrachten kunnen interactieve rekenmodellen (cirkel, strook, lege lijn, getallenlijn, breukenlijn, procentenlijn, zoomlijn, breukenrechthoek, lege tabel en verhoudingstabel) openen op elk gewenst moment. Daarnaast zijn er rekenhulpmiddelen zoals passer, liniaal en calculator.

Voor de nieuwe versies van de methoden komen er, naast de digibordboeken, ook complete digibordlessen. Dit zijn digitale uitwerking van de lessen zoals beschreven in de leerkrachthandleiding. Elk onderdeel van de les (zoals in de handleiding beschreven) is voorzien van bijpassende software elementen. Bijvoorbeeld, bij instructie van een nieuw doel is dit een interactief rekenmodel, zodat leerkrachten niet zelf naar een passend model hoeven te zoeken. De interactieve rekenmodellen hebben dezelfde vormgeving als wat in de leerlingboeken staat.

De digibordlessen kennen per onderdeel drie lagen: (1) de kijklaag (de leerkracht kan hier niets in veranderen) waarin de opgave bekeken kan worden en bijvoorbeeld een instructiefilmpje of audiofragment kan worden afgespeeld; (2) de doelaag (hierin zitten de interactieve modellen en mag de leerkracht ook eigen aantekeningen maken en opslaan); en (3) de eigenlaag (eigen plek op de centrale server waarin de leerkracht eigen gemaakte dingen kan opslaan en er weer uit kan halen). Er hoeft door deze opzet weinig 'geklikt' te worden. Ook staat het bord steeds in de goede stand (klikken, schrijven).

## Rekenrijk 3<sup>e</sup> editie



De leerlingenboeken en werkboeken van de vernieuwde versie van Rekenrijk zijn gedigitaliseerd en zijn in doorbladerbare vorm op het digibord beschikbaar. De leerkracht kan de standaard digibordtools gebruiken op elke pagina van de digitale boeken. Daarnaast beschikt de digibord-software over additionele functionaliteit, zoals oefenopdrachten, animaties, en begrippenlijsten en tijdlijnen, en de mogelijkheid links en ander eigen materiaal in de les te gebruiken.

## Wis en Reken

Digibord-software is nog niet beschikbaar.

## Wizwijs

De nieuwe rekenmethode Wizwijs (opvolger van Talrijk) wordt op dit moment op een dertigtal scholen gepilot. Wizwijs wordt eerst in de lagere groepen (3 tot 5) ingevoerd; toekomstige invoering in de hogere groepen zal de ontwikkelingslijn van de lagere groepen volgen. De huidige bovenbouw behoudt de oude methode, Talrijk. Digibord-software wordt ontwikkeld voor Wizwijs en zal vanaf schooljaar 2009-2010 beschikbaar zijn, hoewel deze steeds doorontwikkeld zal worden. Voor Talrijk wordt geen digibord-software ontwikkeld.




De digibordondersteuning van een les vertrekt niet vanuit het lesboek, maar vanuit de organisatie (opbouw) van de les. Hiervoor is er modelmatige ondersteuning voor de leerkracht. Bij elke lesactiviteit kan bijvoorbeeld de relevante werkboekpagina worden opgeroepen en kan daar per onderdeel aangeklikt worden. Hierbij moet de leerkracht wel steeds de koppeling weten te maken tussen het digibord en het werkboek. Het zal moeten blijken of leerkrachten op effectieve wijze door de schermen kunnen navigeren en hun plaats in de les kunnen onthouden.

De digibord-software is web-based en wordt online aangeboden via <http://www.leerkrachtassistent.nl/>. De leerkracht logt hierop in om toegang te krijgen tot de Leerkrachtassistent. Vanaf het digimenu van de Leerkrachtassistent krijgt de leerkracht een overzicht van de opbouw van de les en kan dan het relevante onderdeel (activiteit) direct op het digibord tonen. Rekenhulpmiddelen voor het digibord zijn dezelfde als de modellen uit het werkboek, zoals nummervelden, getallenlijnen en tabellen. Deze tools/modellen zitten op het digibord in een zogenaamde voorraadkast, die ten alle tijden beschikbaar is en zo op elk gewenst moment ter ondersteuning van de les kan worden gebruikt. De leerkracht kan daar modellen uit kiezen en naar het werktafeltje slepen, en daarmee (laten) werken (invullen enz.). Er zal waarschijnlijk met lagen gewerkt worden, zodat er o.a. kan worden ingezoomd, en zodat pagina's (bijvoorbeeld antwoordblad) over elkaar heen kunnen worden verschoven. Op dit moment kan de leerkracht niet zelf dingen aan de les toevoegen, opslaan en later weer terughalen.

## Methodeonafhankelijk interactief les- en leermateriaal

Naast de bovengenoemde digibord-software is er een enorm aanbod aan reken-/wiskunde software via het Internet beschikbaar, die ook interactief op het digibord kan worden gebruikt. De volgende bronnen bevatten veel geschikt materiaal:

- (1)  **Rekenweb** (<http://www.fi.uu.nl/rekenweb/rekenmaar/leerlingen/index.html>): Een uitgebreide gratis verzameling van interactieve rekenspelletjes voor het basisonderwijs, tevens met aansluiting bij de gangbare methoden.
- (2) **Leerwereld** ([www.leerwereld.nu](http://www.leerwereld.nu)): Een uitgebreid Nederlandstalig schoolmediatheek met een grote hoeveelheid onderwijskundige content. Integratie van schoolbibliotheek, internetgebruik, informatiekaarten, bestaande projecten en digilessen, waardoor het informatie aanbod veilig, actueel, goed gestructureerd en direct bruikbaar is.
- (3) **BBC Schools** (<http://www.bbc.co.uk/schools/ks2bitesize/maths/>): Goed en gratis assortiment aan leuke en visueel aantrekkelijke (Engelstalige) spelletjes voor o.a. getallen, meetkunde en basis statistiek. Zowel oefen- als probleemoplossende spelletjes.
- (4) **2Simple Software** (<http://www.2simple.com/mathsgames/>): Een suite van zes (Engelstalige) arcadeachtige spelletjes voor bovenbouw rekenen/wiskunde.
- (5) **Primary Games Limited** (<http://www.teachingmeasures.co.uk/>): UK Government gecertificeerd Curriculum Online producten met een aantal "Maths Packs" bestaande uit een breed assortiment aan (Engelstalige) reken-/wiskunde spelletjes.
- (6) **UK Primary National Strategy** (<http://nationalstrategies.standards.dcsf.gov.uk/>): UK Government Mathematics Interactive Teaching Programs (ITPs) zijn beschikbaar voor optellen, aftellen en plaatswaarde, vermenigvuldigen en delen.

De volgende instanties geven links naar verzamelingen van algemene interactieve reken-wiskunde software die geschikt zijn voor gebruik op het digibord:

- (1) **Schoolbordportaal** ([http://www.schoolbordportaal.nl/index\\_bestanden/bovenbouw.htm](http://www.schoolbordportaal.nl/index_bestanden/bovenbouw.htm)): Uitgebreide verzameling van gereedschap voor rekeninstructie op het digibord, met zowel Engelstalige (bv. UK Government Primary National Strategy) als Nederlandstalige (bv. Rekenweb) bronnen.
- (2) **Digitaal schoolbordonderwijs (Kennisnet)** (<http://po.digiborden.kennisnet.nl/leermateriaal>): Verzameling van (online)bronnen voor rekenen en wiskunde.
- (3) **Kent National Grid for Learning (NGfL)** ([http://www.kented.org.uk/ngfl/ict/IWB/general\\_resources.htm#num](http://www.kented.org.uk/ngfl/ict/IWB/general_resources.htm#num)): Verzameling van links naar (Engelstalige) reken-/wiskundesoftware die geschikt is voor het digibord.
- (4) **Topmarks Educational Search Engine** (<http://www.topmarks.co.uk/Interactive.aspx?s=maths&a=ks2>): Verzameling van links naar (Engelstalige) reken-/wiskundesoftware die geschikt is voor het digibord.

## BIJLAGE B: DIGIBORDLESSEN

De lesbeschrijvingen in deze bijlage corresponderen met de vier scenario's:

| Scenario   | Doelgroep | Subdomein                       | Relatie tot methode                           | Gebruikte materialen                        | Inzet digibord   | Onderwijssetting   |
|------------|-----------|---------------------------------|---|---|--|--|
| Scenario 1 | 5 / 6     | tijd (klokkijken tot 5 minuten) | onafhankelijk (sluit aan op methodeles)       | werkblad, educatief klokspelletje, kloktool | introductie met kloktool, presentatie oplossingen en reflectie met tools, verwerkings opdracht | <i>verkenning:</i> klassikaal gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal             |
| Scenario 2 | 5 / 6     | tafels van 8 en 9               | onafhankelijk (sluit aan op methodeles)       | werkblad, educatieve spelletjes             | educatief spelletje bij introductie en reflectie   | <i>verkenning:</i> klassikale introductie gevolgd door tweetallen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal |
| Scenario 3 | 7 / 8     | oppervlakte                     | onafhankelijk (sluit aan op methodeonderwerp) | werkbladen en virtueel manipulatief         | reflectie mbv virtueel manipulatief en animatie  | <i>verkenning:</i> kleine groepen<br><i>reflectie:</i> klassikaal  |
| Scenario 4 | 7 / 8     | patronen ontdekken              | onafhankelijk (buiten regulier curriculum)    | werkbladen en educatieve spelletjes         | educatieve spelletjes bij reflectie  | <i>verkenning:</i> kleine groepen aan computer<br><i>reflectie:</i> klassikaal                                 |

De lessen zijn terug te vinden op <http://www.rekenweb.nl/digibord>.



# LES 1 - KLOKKIJKEN TOT 5 MINUTEN

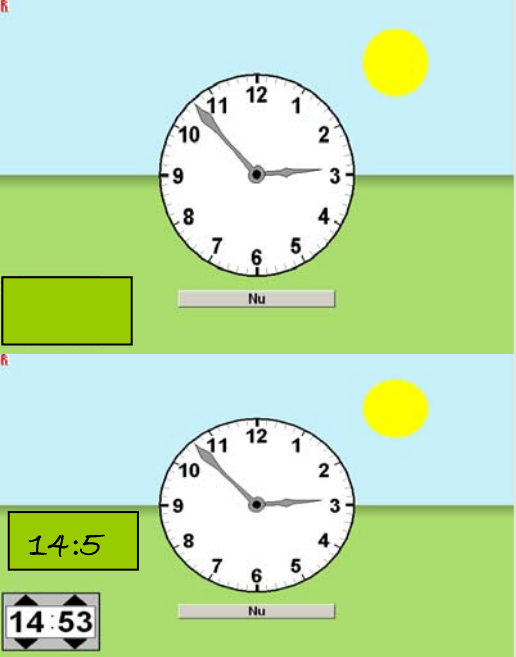
|                      |  |
|----------------------|--|
| Groep                | 5/6  |
| Doel                 | Verkennen en oefenen van klokkijken met 5 minuten  |
| Vorm                 | - klassikale verkenning met digibord<br>- werken in tweetallen aan de computer<br>- klassikale nabespreking met digibord |
| Alternatieve lesvorm | - zonder computerlokaal  |
| Materialen           | - werkblad (bijgevoegd)<br>- interactieve tools voor klokkijken<br>- leerlingcomputers                                   |

## Achtergrond

Heel wat kinderen hebben moeite met leren klokkijken. Klokkijken is ook best ingewikkeld, vooral omdat de kleine wijzer van een klok iets heel anders aangeeft dan de grote wijzer. Als de kinderen eenmaal de hele en halve uren en kwartieren kunnen aflezen en benoemen, ontstaan er vaak weer problemen met de tijdstippen waarin het gaat om 5 en 10 minuten voor en over het hele uur en voor en over het halve uur.

## Lesbeschrijving

| Activiteit   | Materiaal en aanwijzingen  |
|--|--|
| Opfrissen voorkennis<br>Individueel (5 min)<br>Leerlingen tekenen op het werkblad drie wijzerstanden van verschillende moeilijkheidsgraad. Welke dat zijn bepalen de leerlingen zelf.  | Werkblad (zie bijlage)<br>Opmerking<br>Voorafgaand aan deze opdracht kan het onderwerp van de les 'klokkijken' worden geïntroduceerd bijvoorbeeld mbv het digibord.  |
| Klassikaal interactief (5 min)<br>Een paar kinderen geven op de klok van het tool 'Klokkijken' op het digibord hun eigen producties aan, waarbij ze ook uitleggen waarom ze die wijzerstanden makkelijk, moeilijk of gemiddeld moeilijk vinden. Het tool kan de tijd bij de wijzerstand uitspreken ter controle. | Tool klokkijken op digibord (zie beschrijving in de bijlage )<br>Opmerking<br>De leerkracht vertelt erbij dat deze klok "echt" is en dat de twee wijzers alleen samen kunnen bewegen.  |
| Verwerking<br>Tweetallen (15 min.)<br>Leerlingen werken een kwartier in tweetallen achter de computer met de twee beschreven tools (zie bijlage). Hiermee oefenen ze het klokkijken op twee manieren: door zelf de wijzers goed te zetten of door de tijd af te lezen.   | Een computer per tweetal leerlingen met de beschreven klok-tools.<br><br>Opmerkingen<br>Het werken in tweetallen is belangrijk omdat de leerlingen dan met elkaar moeten overleggen en daardoor de kennis die ze opdoen leren verwoorden.<br>Het digibord kan ingezet worden als werkstation voor een van de tweetallen. |
| Reflectie<br>Klassikaal interactief (10 min)   | Matchingsopdracht (bijgevoegd) op digibord en eventueel klok-tools.  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Leerlingen laten op het digibord voor de klas zien wat ze hebben geleerd. Hiervoor kan bijvoorbeeld de matchingsopdracht uit de bijlage worden gebruikt. De opdracht kan op het digibord geprojecteerd worden en de leerlingen mogen beurtelings op het bord de paren (klok en tijdstip) met elkaar verbinden, of de tijdstippen naar de juiste klokken slepen.</p>   | <p>Opmerkingen<br/>De elementen van de matchingsopdracht staan los op het werkblad en kunnen met de vinger/pen/muis geslept worden. Er staat één 'overtollig' tijdstip tussen om de kinderen aan het denken te zetten. Bij voorkeur wordt er gewerkt vanuit de klokken (productie), en niet vanuit de tijdstippen (herkenning).</p> |
| <p>Exploratie digitale klok (optioneel)<br/>Klassikaal interactief (10 min)<br/>De digitale klok wordt aan de standaard klok gekoppeld, in twee activiteiten:<br/>1. Een leerling klikt op de pijlen van de digitale klok (op het digibord) en noemt dan de tijd; of verandert de wijzerstand en spreekt de tijd op de digitale display uit en rekt dit als nodig om naar de 12-uurs klok (graadje moeilijker!).<br/>2. De leerkracht een toont een aantal plaatjes op het digibord zien (zie voorbeeld hiernaast). Op ieder plaatje staat de gewone klok en de digitale klok. De digitale klok is bedekt (bijvoorbeeld met behulp van de bedektool van de digibord). Aan de hand van zowel wijzerstand als zonnestand moeten de leerlingen beredeneren wat er op de digitale klok staat. Ze kunnen dat op het bord erbij schrijven. Dan wordt het bedekvakje weggehaald zodat de digitale klok zichtbaar wordt.</p> | <p>Tool 'Klokkijken' op digibord (zie beschrijving in de bijlage)</p>  <p>Opmerking<br/>In plaats van dezelfde leerling zowel de tijd te laten aanpassen als te benoemen, kan een andere leerling gevraagd worden de tijd uit te spreken.</p>    |
| <p>Afsluiting/samenvatting<br/>Klassikaal interactief (5 minuten)<br/>De leerkracht vat (in gesprek met de klas) de belangrijkste leerpunten samen, en noteert deze eventueel op het bord.</p>   | <p>Digibord</p>   |

#### Alternatieve lesbeschrijving: zonder computerlokaal

Als er geen computerlokaal op school is of als u liever werkt met de computers in het lokaal kunnen de beschreven activiteiten worden gespreid in de tijd. In de eerste les over dit onderwerp kan het oprispen van voorkennis, zoals hierboven is beschreven, met behulp van het digibord worden gedaan. Hierna kunnen de twee tools (zie beschrijving in de bijlage) kort op het digibord worden geïntroduceerd. Enkele leerlingen kunnen er voor de klas een opdracht mee doen. Dan volgt een periode van een aantal dagen waarin alle leerlingen in tweetallen aan de computer(s) in het lokaal (of elders) werken met de twee tools. Nadat alle leerlingen dat hebben gedaan, kunt u in een volgende les met de hele klas reflecteren. Dat kan op de manier zoals hierboven beschreven. Laat om te beginnen enkele leerlingen op het digibord met de tools

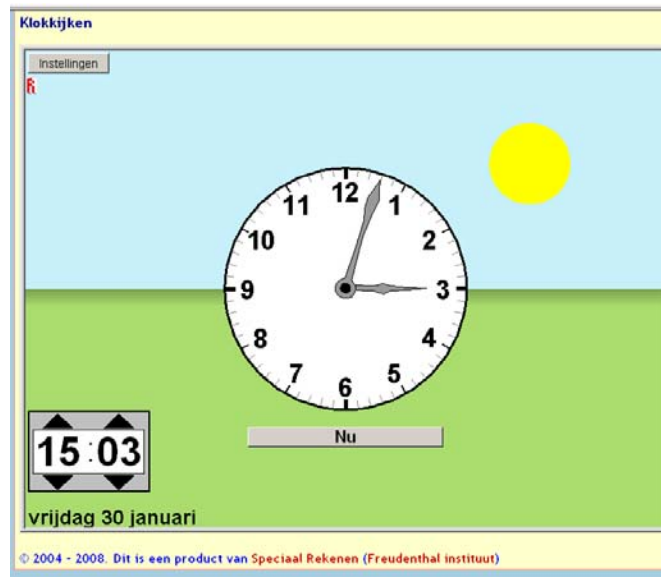
voordoelen en vertellen hoe ze te werk zijn gegaan. Vervolgens kan de hierboven beschreven matchingsopdracht worden gedaan en kunnen ter afsluiting de belangrijkste leerpunten worden samengevat.

## Bijlage bij les 1: Beschrijving van de tools

### *Klokkijken*

Het tool Klokkijken: Wijzer voor Wijzer van het Freudenthal Instituut uit het project Speciaal Rekenen (zie figuur hieronder) is geschikt voor de klassikale delen van deze les.

Zie: <http://www.fi.uu.nl/speciaalrekenen/producten/software/wijzervoorwijzer/klok.html>



Onder de knop "Instellingen" zit een instellingenschermb (zie figuur hieronder) waarmee de leerkracht de klok op diverse manieren kan instellen.

## Klokkijken

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
| Type Klok                                   | Secondenwijzer                       | Sprongknoppen zichtbaar                  |
| <input type="radio"/> Standaardklok         | <input type="radio"/> Ja             | <input type="radio"/> Ja                 |
| <input checked="" type="radio"/> Urenklok   | <input checked="" type="radio"/> Nee | <input checked="" type="radio"/> Nee     |
| <input type="radio"/> Minutenklok           | Minutenstreepjes zichtbaar           | Knop voor geluid                         |
| Werken met opdrachten                       | <input type="radio"/> Ja             | <input type="radio"/> Ja                 |
| <input type="radio"/> Vrij                  | <input checked="" type="radio"/> Nee | <input checked="" type="radio"/> Nee     |
| <input checked="" type="radio"/> Opdrachten | Kleuren voor/over zichtbaar          | Soort tijdmelding                        |
|   | <input type="radio"/> Ja             | <input checked="" type="radio"/> Globaal |
|   | <input checked="" type="radio"/> Nee | <input type="radio"/> Exact              |
|   | Cijfers zichtbaar                    |  |
|   | <input checked="" type="radio"/> Ja  |  |
|   | <input type="radio"/> Nee            |  |
|   | Digitale klok zichtbaar              |  |
|   | <input type="radio"/> Ja             |  |
|   | <input type="radio"/> Alleen Minuten |  |
|   | <input checked="" type="radio"/> Nee |  |

Ok

De stand van de wijzers kan gemakkelijk met de muis (of vinger/pen op het digibord) worden veranderd. Deze klok is “echt”, in de zin dat de twee wijzers van de standaardklok aan elkaar gekoppeld zijn en dus niet onafhankelijk van elkaar op een bepaalde stand kunnen worden gezet. Tevens kan desgewenst de digitale klok worden vertoond, waarmee het verband tussen de standaard klok en de 24-uurs digitale klok zichtbaar wordt gemaakt. Als bijvoorbeeld op de pijlen van de digitale klok worden geklikt, verandert de wijzerstand op de standaard klok mee, als de stand van de wijzers wordt veranderd, gaan de getallen van de digitale klok mee.

### Opmerking

Bij dit tool is het uitgangspunt dat klokkijken leren het beste wijzer voor wijzer geschiedt. Indien nodig kan bij de voorgestelde les ook nog nadrukkelijk worden ingegaan op de verschillende functies van de grote en de kleine wijzer. Er kan dan worden gekozen voor eerst alleen de kleine wijzer (instelling: Urenklok), dan de grote wijzer (instelling: Minutenklok) en dan twee wijzers (instelling: Standaardklok). Uiteraard kan voor een andere volgorde worden gekozen. Het project Speciaal Rekenen van het Freudenthal Instituut heeft een leergang rondom dit tool ontwikkeld<sup>9</sup>.

Deze tool kan voor het zelfstandig werken worden gebruikt. Door bij instellingen te kiezen voor het **werken met opdrachten**, de **knop voor het geluid aan te zetten** (‘ja’), en de soort **tijdmelding op ‘exact’ te zetten**, krijgen de leerlingen een aantal opdrachten waarbij de tijd is gegeven en ze de wijzers goed moet zetten. Ze kunnen de juistheid van het antwoord controleren en ook nog de tijd laten uitspreken.

<sup>9</sup>: [http://www.fi.uu.nl/speciaalrekenen/producten/software/wijzervoorwijzer/klokkijken\\_wijzer\\_voor\\_wijzer.pdf](http://www.fi.uu.nl/speciaalrekenen/producten/software/wijzervoorwijzer/klokkijken_wijzer_voor_wijzer.pdf)

## Klok

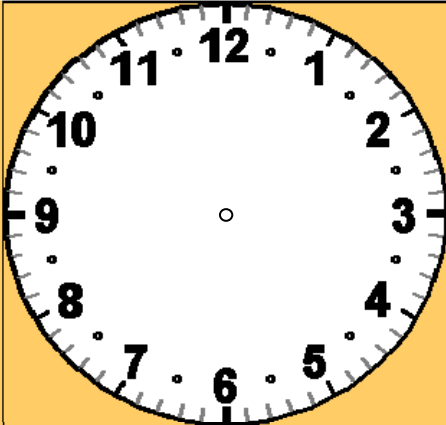
Naast het tool 'Klokkijken' is er nog een andere interactieve toepassing gekozen die geschikt is voor het zelfstandig werken door leerlingen: <http://www.kedg.nl/mont/klok.html> (zie figuren hieronder). Daarbij lezen de leerlingen de tijd af door deze bij voorkeur uit te spreken of in woorden op te schrijven. Ze kunnen daarna controleren of ze dat goed hebben gedaan. Het voordeel van dit tool is dat de leerkracht (of leerling) kan kiezen om de kloktijden t/m 5 minuten te laten oefenen. Deze optie is er niet bij het tool 'Klokkijken'. Het nadeel kan zijn dat een leerling steeds meteen zou kunnen kijken hoe laat het is in plaats van eerst zelf de tijd uit te spreken of op te schrijven.



## Werkblad bij les 1 - Klokkijken

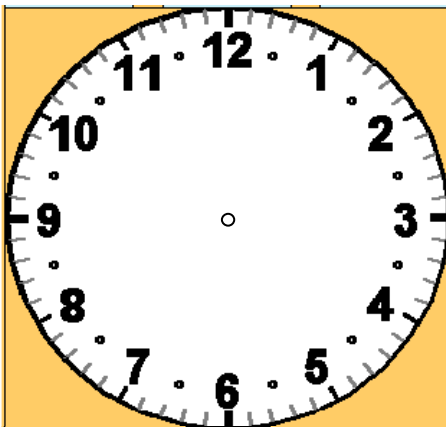
Teken de wijzerstand voor drie tijdstippen. Je mag zelf weten welke dat zijn, maar kies één die je makkelijk vindt, één die je moeilijk vindt, en één ertussen in. Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.

Tijd 1



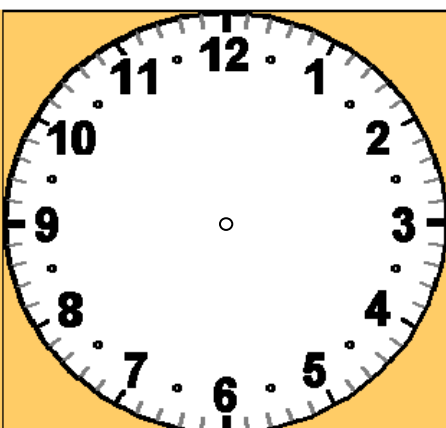
Schrijf hier de tijd in woorden op, zoals je dat zou zeggen.

Tijd 2



Schrijf hier de tijd in woorden op, zoals je dat zou zeggen.

Tijd 3



Schrijf hier de tijd in woorden op, zoals je dat zou zeggen.

### Matchingsopdracht Klokkijken

Zoek uit welke klok bij welk tijdstip hoort en verbind deze met een lijntje, of sleep het tijdstip naar de juiste klok.



het is half 7



het is 5 over half 5

het is 5 voor 7



het is 5 over 10



het is 5 over 6

het is 5 voor half 12



het is 10 voor half 12



## LES 2 - TAFELS VAN 8 EN 9

### Les over tafels van 8 en 9 met het digibord

|                      |  |
|----------------------|--|
| Groep                | 5/6  |
| Doel                 | Verkennen en oefenen tafels van 8 en 9   |
| Vorm                 | - klassikale verkenning met digibord<br>- werken in tweetallen aan de computer<br>- klassikale nabespreking met digibord |
| Alternatieve lesvorm | - zonder computerlokaal  |
| Materialen           | - werkblad (bijgevoegd)<br>- interactieve tool 'kikker Max' van RekenWeb<br>- leerlingcomputers                          |

### Achtergrond

Bij het leren van de tafels zijn 'buursommen' (verwante sommen) erg belangrijk. Een tafel wordt vaak opgebouwd vanuit 'makkelijke' en al bekende producten. Bij de tafel van 8 kan bijvoorbeeld  $5 \times 8$  verbonden worden aan  $10 \times 8$  of aan  $8 \times 5$ . Voor  $6 \times 8$  kan  $5 \times 8$  worden gebruikt ('een keer meer') en ook  $8 \times 6$ . Na deze fase van begripsmatige opbouw komt natuurlijk ook het oefenen en automatiseren aan bod.

### Lesbeschrijving

| Activiteit   | Materiaal en aanwijzingen  |
|--|--|
| <p>Introductie<br/>Klassikaal interactief (10 min)</p> <p>Er is geen inhoudelijke instructie vooraf.</p> <p>De les begint met het Kikker Max spel op het digibord. Laat leerlingen beurtelings voor de klas op het bord met het spel werken. De leerlingen mogen met makkelijke keersommen beginnen (opfrissen van eerder geleerde tafels), de moeilijkheidsgraad kan steeds worden opgevoerd. Er kunnen ook sommen uit de 'nieuwe' tafels worden opgegeven.</p> | <p>Tool/spel Kikker Max op het digibord (zie beschrijving in de bijlage )</p> <p>Opmerking<br/>De 'trucjes' die de kikker gebruikt om van een opgegeven som een buursom te maken worden nog niet expliciet besproken.</p>          |
| <p>Verkenning<br/>Tweetallen aan de computer (15 min)</p> <p>De leerlingen werken samen aan het Kikker Max spel. Ze kunnen elkaar stimuleren om interessante sommen te bedenken en elkaar helpen bij het uitrekenen.</p>   | <p>Een computer per tweetal leerlingen met Kikker Max</p> <p>Opmerkingen<br/>Het werken in tweetallen is belangrijk omdat de leerlingen dan met elkaar moeten overleggen en daardoor de kennis die ze opdoen leren verwoorden.</p> |
| <p>Verwerking<br/>Tweetallen (10 min.)</p> <p>Vraagt de leerlingen om op het werkblad (zie</p>   | <p>Werkblad (zie bijlage)</p> <p>Opmerking<br/>Het kan voor de leerlingen lastig zijn om te</p>  |



|   |   |
|---|---|
| <p>bijlage) een eigen som (eventueel uit de te leren tafel(s)) en de som van de kikker op te schrijven. Leerlingen moeten ook opschrijven wat de sommen met elkaar te maken hebben. Dit komt in de klassikale nabespreking aan de orde.</p>   | <p>verwoorden wat hun eigen opgave en die van Kikker Max met elkaar te maken hebben. Het kan helpen de vraag anders te stellen: "hoe heeft Kikker Max van jouw som zijn som gemaakt." Of "welke trucjes gebruikt Kikker Max om van jouw som een andere som te maken".</p>   |
| <p>Reflectie<br/>Klassikaal interactief (15 min)</p> <p>Bespreek met de klas wat de leerlingen ontdekt hebben. Eerst mogen de leerlingen vertellen welke 'trucjes' de kikker gebruikt om van de opgegeven som een andere som te maken.</p> <p>Bespreek een paar van de somparen die leerlingen op de werkbladen hebben geschreven. Leerlingen schrijven de somparen uit hun eigen werkblad op het werkblad op het digibord.</p> <p>Om na te gaan of de leerlingen goed begrepen hebben wat Kikker Max doet kan het spel nog een keer als volgt met de hele klas op het digibord gespeeld worden:<br/>Een leerling schrijft op het digibord welke som hij aan Kikker Max wil geven. De andere leerlingen voorspellen welke som Kikker Max daarna zal opgeven. De eerste leerling typt nu zijn/haar som in Kikker Max in. De leerling die goed voorspelde welke som Kikker Max zou opgeven mag de volgende som bedenken.</p> <p>.</p> | <p>Digibord met leeg werkblad en Kikker Max</p> <p>Opmerkingen<br/>Het gaat erom dat leerlingen verwoorden wat de sommen met elkaar te maken hebben.<br/>Bespreek ook hoe ze het antwoord op hun eigen som kunnen gebruiken om het antwoord op de som van Kikker Max te vinden.</p> <p>Extra opdracht<br/>Geef leerlingen een som op en laat hen daar zoveel mogelijk 'buursommen' (met uitkomst) bij bedenken.</p> |
| <p>Afsluiting/samenvatting<br/>Klassikaal interactief (5 minuten)<br/>De leerkracht vat (in gesprek met de klas) de belangrijkste leerpunten samen, en noteert deze eventueel op het bord.</p>  | <p>Digibord</p>   |

#### Alternatieve lesopzet zonder computerlokaal

Als er geen computerlokaal is waar alle leerlingen tegelijk in tweetallen kunnen werken met Kikker Max zijn de volgende varianten op de les mogelijk:

- Kikker Max wordt klassikaal geïntroduceerd op de wijze zoals hierboven beschreven. Vervolgens krijgen de leerlingen een periode van bijvoorbeeld een week de tijd om in tweetallen op de computers in het lokaal (of thuis) Kikker Max te spelen en het werkblad in te vullen. In de daaropvolgende les wordt de reflectie zoals hierboven beschreven uitgevoerd.
- Kikker Max wordt klassikaal geïntroduceerd op de wijze zoals hierboven beschreven. Daarna vraagt de leerkracht een leerling om een som op te geven aan Kikker Max, voordat

op Enter wordt geklikt vraagt de leerkracht aan de klas om te bedenken welke som Kikker Max zal opgeven. De leerling die het goed heeft mag de volgende som aan Kikker Max geven. Herhaal dit totdat alle leerlingen begrijpen wat Kikker Max doet en hoe ze hun eigen som kunnen gebruiken om die van Kikker Max uit te rekenen. Laat dan eventueel een van de kinderen voor kikker spelen. Een andere leerling schrijft een som (met uitkomst) op het digibord en de 'Kikker' bedenkt hierbij een buursom. De kinderen die de som hebben opgegeven moeten de buursom uitrekenen, dus de rol van kikker kan ook gespeeld worden door kinderen die zelf moeite zouden hebben met de sommen.

## Bijlage bij les 2 - Beschrijving van de tools

### Het spel "Kikker Max" van het RekenWeb

[http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00382/toepassing\\_rekenweb.html](http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00382/toepassing_rekenweb.html) (zie figuur hieronder) kan worden gebruikt voor zowel de klassikale delen van deze les als voor het zelfstandig werken. De kikker vraagt steeds om een keersom in te typen met de uitkomst. Als de som goed is, komt de kikker zelf met een nieuwe som die iets met de eerste som te maken heeft (een zogenaamde 'buursom'). Kikker Max gebruikt halveren en verdubbelen, eentje meer eentje meer, 10 keer zoveel en omkeren om de buursom te maken.



Extra: Andere tools voor het zelfstandig werken

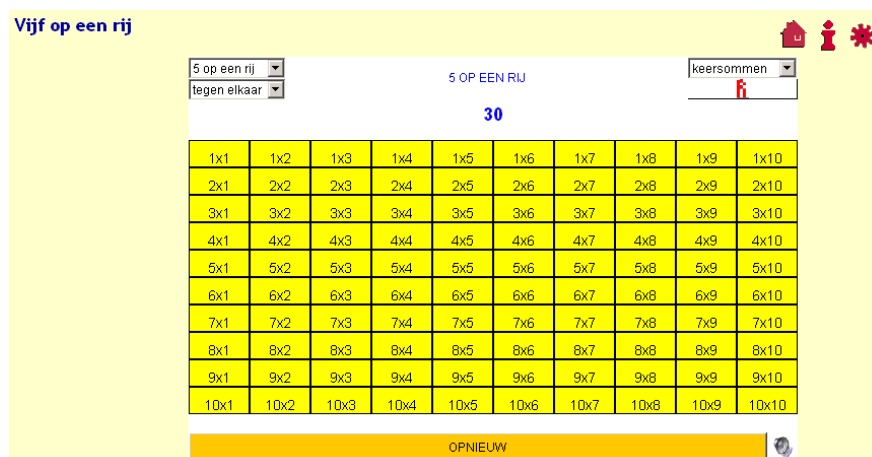
De lesopzet die we hier hebben beschreven gaat uit van het Kikker Max spel, maar er zijn ook andere interactieve toepassingen (spelletjes) die bij het zelfstandig werken (alleen of in tweetallen) kunnen worden gebruikt. Daarvan beschrijven we er twee, die wel met name op oefening zijn gericht: 'Vijf op een rij' en 'Tafel UFO'.

### Vijf op een rij

[http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00091/toepassing\\_rekenweb.html](http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00091/toepassing_rekenweb.html) (zie figuur hieronder).

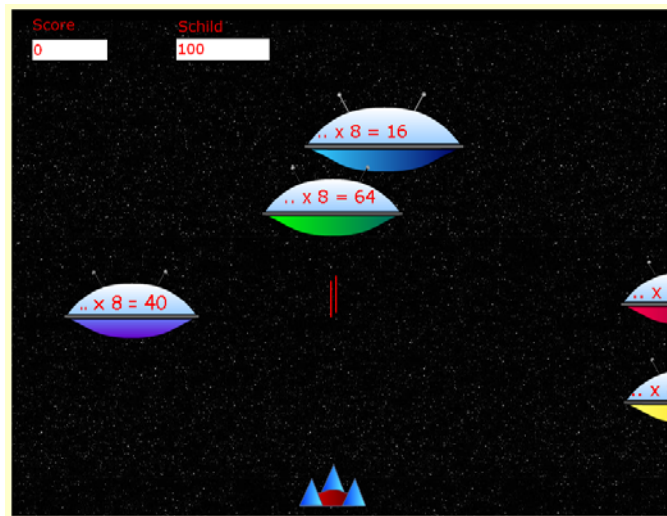
Instellingen: 5 op een rij, alleen of tegen elkaar, keersommen.

De tafel van 1 tot en met de tafel van 10 zijn het speelveld. De leerlingen kunnen alleen of tegen elkaar spelen. De speler krijgt een getal te zien en moet dan klikken op een keersom die dat getal als antwoord heeft. Bijvoorbeeld: bij 18 kan het vakje 2x9 (of 9x2 of 3x6 of 6x3) worden aangeklikt. Als het vakje goed is dan wordt de som gekleurd en krijgt de speler een nieuw getal. Bij twee spelers komen beide steeds om en om aan de beurt. De speler(s) probeert zo vijf sommen op een rij (recht of schuin) gekleurd te krijgen. Daarna kan weer een nieuw spel worden gespeeld.



## Tafel UFO

: <http://www.woordkasteel.com/tafelufo.htm> (zie figuur hieronder).



Om te beginnen kiest de speler de tafel om mee te oefenen door een getal tussen 1 en 9 in het witte vak te typen. Er verschijnen nu UFO's in beeld. Iedere UFO heeft een stip-tafelsom op zijn koepel staan. Om de UFO neer te schieten moet de juiste laser worden gebruikt - dit is het getal dat op de plaats van de stip moet staan. Dus bij de som  $.. \times 8 = 64$  moet met het cijfer 8 van het toetsenbord worden geschoten. Het kanon kan bewegen (ook omhoog en omlaag) door de pijltjes toetsen te gebruiken.

Als het kanon dan geraakt wordt door een UFO, kan het schild de speler een tijdje beschermen, maar dan gaan er wel punten van het schild af. Als het schild op 0 staat is de speler

## Werkblad bij les 2 - Tafels van 8 en 9

Schrijf onder elke Kikker Max een som op uit de tafel van 8 of 9. Schrijf dan in het grote vak op wat Kikker Max ermee doet. Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.

Som 1



Jouw som:

De som van Kikker Max.

Wat hebben de sommen met elkaar te maken?

Som 2



Jouw som:

De som van Kikker Max.

Wat hebben de sommen met elkaar te maken?

## LES 3 - OPPERVLAKTE

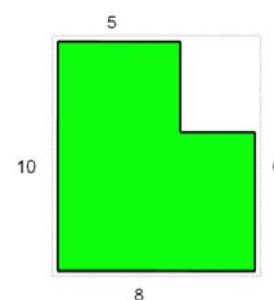
|                      |  |
|----------------------|--|
| Groep                | 7/8  |
| Doel                 | oppervlakte van samengestelde figuren  |
| Vorm                 | - verkenning in tweetallen op papier<br>- klassikale nabespreking met digibord |
| Alternatieve lesvorm | - verkenning aan de computer <sup>10</sup>                                     |
| Materialen           | - werkbladen (bijgevoegd als bijlage)<br>- digibord                            |

### Achtergrond

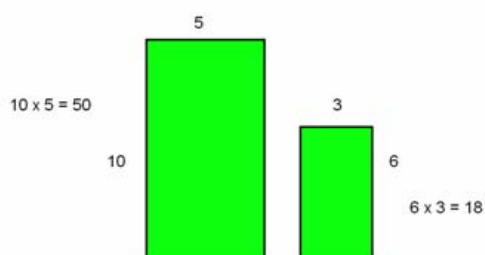
Veel leerlingen, ook die uit de hogere groepen, vinden oppervlakte moeilijk. Het begrip van wat oppervlakte is, is weggezaakt. Leerlingen denken snel aan regels als 'lengte keer breedte' of 'alle lengtes optellen' (verwarring oppervlakte en omtrek) of ze 'doen maar wat' met de getallen (afmetingen) die bij de figuren staan. Vooral als het niet om rechthoeken gaat, maar om andere, soms samengestelde vormen gaat er van alles mis. Het is belangrijk dat leerlingen weer gaan nadenken over wat oppervlakte eigenlijk is en strategieën ontwikkelen om oppervlaktes te bepalen anders dan met een 'vaste regel'.

Het zelf onderverdelen en samenstellen van vormen kan daarbij helpen.

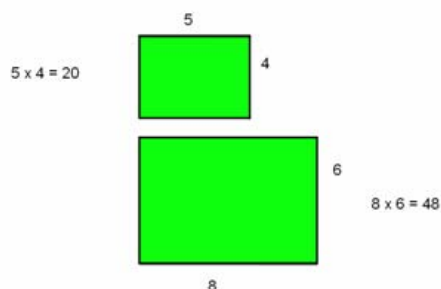
De oppervlakte van de figuur hiernaast kan bijvoorbeeld worden gevonden op de volgende manieren.



#### Optellen (1)

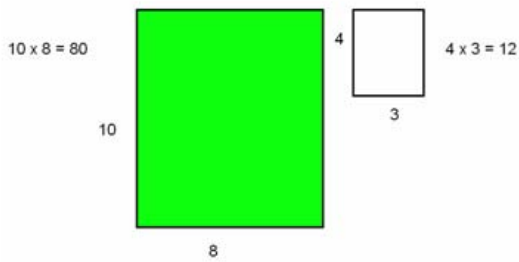


#### Optellen (2)



<sup>10</sup> Is vanaf september 2009 mogelijk met het tool/spelletje Oppervlakte Verknippen van RekenWeb

## Aftrekken



De op het moment van uitvoeren van deze les (voorjaar 2009) beschikbare interactieve toepassingen<sup>11</sup> voor oppervlakte kennen het nadeel dat de oplossingsstrategieën voorgeprogrammeerd zijn. Dit gaat tegen de ideeën van het realistisch rekenen in, waarbij de nadruk ligt op eigen producties en het zelf uitvinden van verschillende oplossingsstrategieën. Daarom is in deze les voor een werkwijze gekozen die gebaseerd is op handelingen met concreet materiaal, in dit geval papier en schaar, waarna een en ander in de figuren op het digibord gepresenteerd wordt.

## Lesbeschrijving

| Activiteit  | Materiaal en aanwijzingen   |
|---|---|
| <b>Introductie</b><br>Er is geen inhoudelijke introductie of instructie vooraf.   | Per tweetal een werkblad, knipblad (zie bijlage) en schaar.   |
| <b>Zelfstandige verkenning</b><br>Tweetallen (15 min.)<br>Leerlingen werken aan de opdrachten op het werkblad. Ze bepalen de oppervlakte van elke figuur en geven aan hoe ze dat hebben gedaan. | <b>Opmerking</b><br>De bedoeling is dat de leerlingen de opgegeven maten gebruiken om de oppervlakte mee uit te rekenen, en niet dat ze de figuren gaan opmeten met een liniaal. Daarom zijn niet alle figuren op ware grootte getekend (wel in verhouding).<br><br>Leerlingen kunnen hun oplossing laten zien door in de figuren te tekenen.<br>Wijs leerlingen die moeite met de opdrachten hebben erop dat ze ook de knipbladen kunnen gebruiken.<br>Het werken in tweetallen is belangrijk omdat de leerlingen dan met elkaar moeten overleggen en daardoor de kennis die ze opdoen leren verwoorden. |
| <b>Verwerking</b><br>Tweetallen (5 min.)<br>Leerlingen bereiden voor hoe ze op het  | <b>Opmerkingen</b><br>Zorg dat de figuren allemaal op aparte 'sheets' beschikbaar zijn op het digibord.   |

<sup>11</sup> Vanaf september 2009 zal op [www.rekenweb.nl](http://www.rekenweb.nl) een tool /spelletje 'Oppervlakte Verknippen' beschikbaar zijn waarmee de hier beschreven opdrachten kunnen worden gedaan. In deze tool kan gebruik gemaakt worden van de optie 'verknippen' om een figuur in 'handige' stukken te verdelen en daarvan de oppervlaktes te bepalen en deze vervolgens op te tellen.

|   |  |
|---|--|
| <p>digibord hun oplossing en werkwijze willen laten zien. Vertel zonodig (of laat zien) dat de vormen op het digibord beschikbaar zijn. Die hoeven ze dus niet zelf te tekenen.</p>   | <p>Leerlingen kunnen er tijdens de presentatie op tekenen en schrijven. 'Knippen' (virtueel) zal waarschijnlijk niet kunnen.</p>   |
| <p>Reflectie<br/>Klassikaal interactief aan de hand van presentaties door tweetallen op digibord (15 min.)<br/>Enkele (of alle) tweetallen presenteren een of meer oplossingen en werkwijzen op het digibord. De figuren staan klaar.<br/>Laat in ieder geval tweetallen die een verschillende aanpak voor dezelfde opgave hebben gebruikt deze presenteren, zodat de aanpakken vergeleken en besproken kunnen worden.</p>  | <p>Digibord met de drie figuren van het werkblad op losse 'sheets'/pagina's/vensters.</p> <p>Opmerking<br/>Het is handig om van elke figuur meerdere kopieën op het digibord klaar te zetten, zodat verschillende manieren van oplossen naast elkaar kunnen worden gepresenteerd en besproken.</p> <p>Stimuleer de leerlingen na te denken over verschillen en overeenkomsten tussen de gepresenteerde oplossingen, en deze te verwoorden.</p> |
| <p>Afsluiting/samenvatting<br/>Klassikaal interactief (5 minuten)</p> <p>De leerkracht vat in samenspraak met de klas de verschillende oplossingsmanieren en strategieën samen. Het meest effectief is om daarbij de verschillende oplossingen die de leerlingen van hun eigen werk gepresenteerd hebben naast of na elkaar op het digibord te laten zien. Ook kan een (door de leerkracht gemaakt) overzicht of animatie<sup>12</sup> gebruikt worden.</p>   | <p>Digibord met de verschillende oplossingen van de leerlingen, en animatie van de strategieën (optioneel)</p> <p>Opmerking<br/>Het is handig om de splitscreen/storyboard modus van het digibord te gebruiken, zodat verschillende oplossingen naast elkaar kunnen worden vertoond.</p>   |
| <p>Eigen productie opgave (extra/optioneel)<br/>Tweetallen (10 minuten)</p> <p>De leerlingen krijgen de opdracht zelf een samengestelde vorm te bedenken waarvan de oppervlakte moet worden bepaald. Ze tekenen deze figuur en geven de maten van (enkele van) de zijden. Ze maken ook een nette uitwerking van hun eigen opgave. Enkele opgaven worden vervolgens gepresenteerd op het digibord, en door de andere leerlingen gemaakt. De makers van de opgave kijken deze na en bespreken de oplossingen met de klas.</p> | <p>Per tweetal of groepje, blanco papier, potlood en liniaal of computer met digibordpresentatiesoftware.</p> <p>Opmerking<br/>Om de opgaven die de leerlingen hebben ontworpen op het digibord te laten zien kunnen deze door de leerkracht ingescand of overgetekend worden. Als er voldoende computers zijn kunnen de leerlingen hun vormen ook zelf tekenen met geschikte digibord software.</p>   |

<sup>12</sup> Een dergelijke animatie is als powerpointpresentatie beschikbaar op de website met de lessen uit dit onderzoek

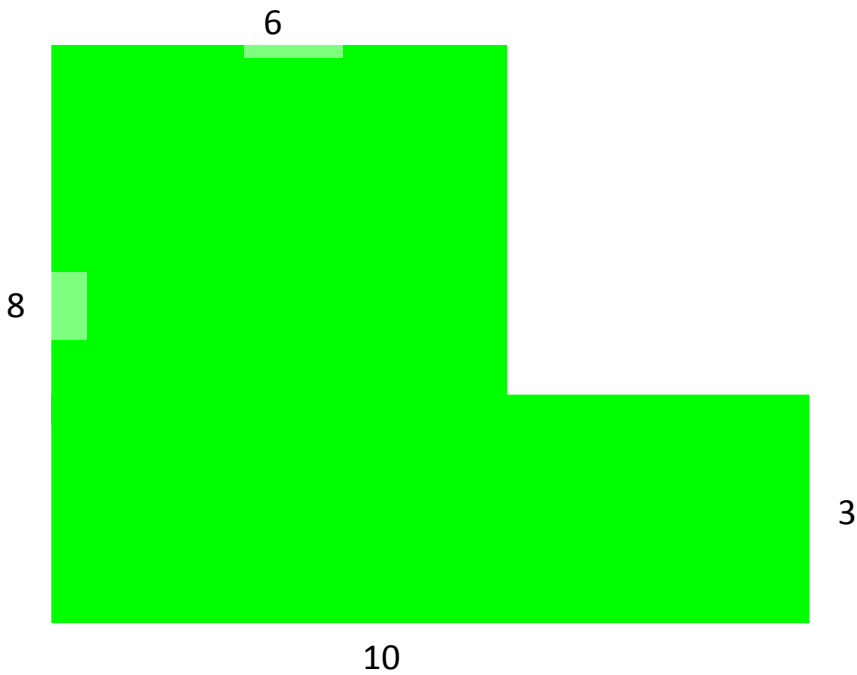


### *Werkblad bij les 2 - Oppervlakte*

Bepaal de oppervlakte van elk figuur. Laat zien hoe je dat hebt gedaan.  
Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.

Op het kartonnen vel heb je extra kopieën van elk figuur. Deze kun je knippen om verschillende aanpakken uit te proberen.

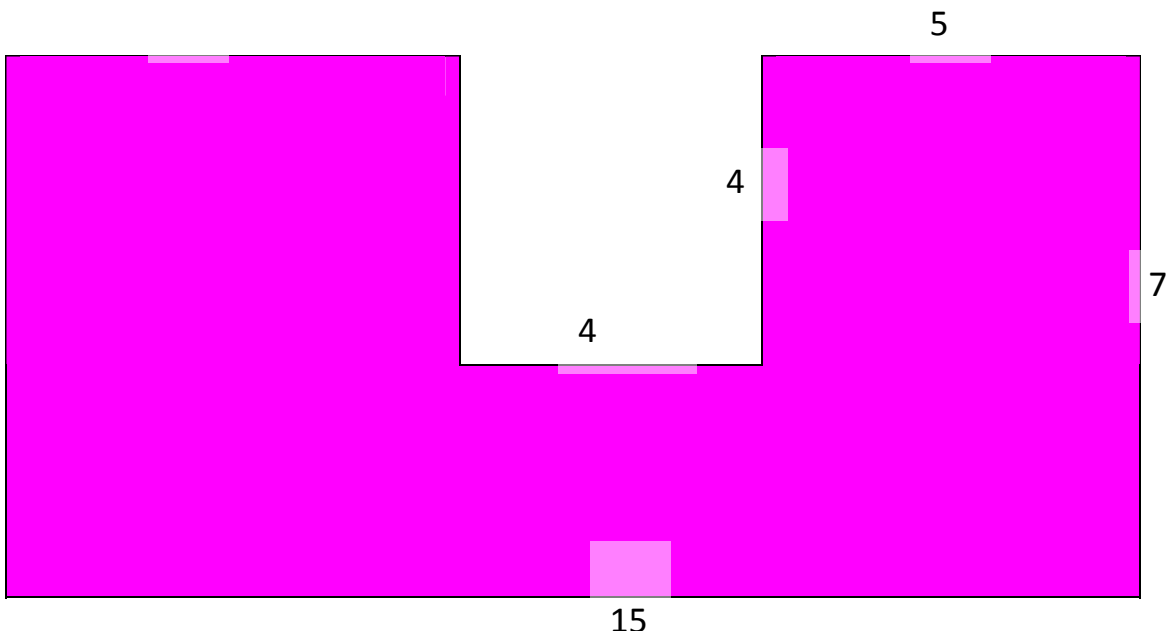
Figuur 1



De oppervlakte is .....

Leg hier uit wat je hebt gedaan.

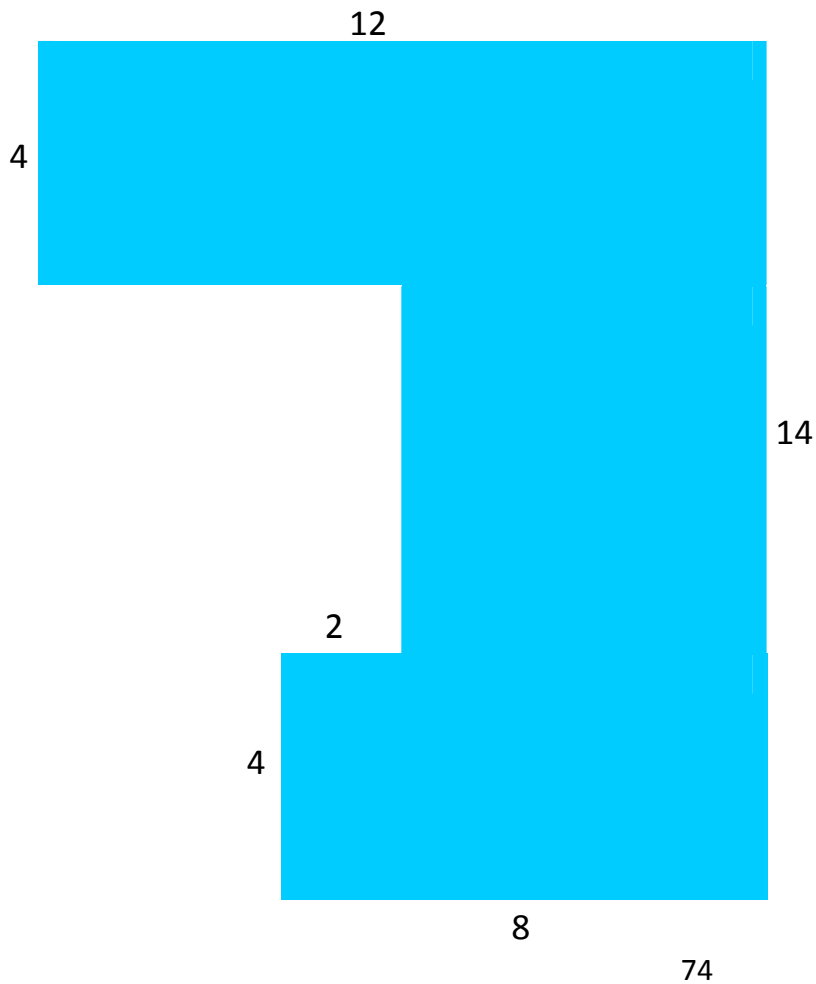
Figuur 2



De oppervlakte is .....

Leg hier uit wat je hebt gedaan.

Figuur 3

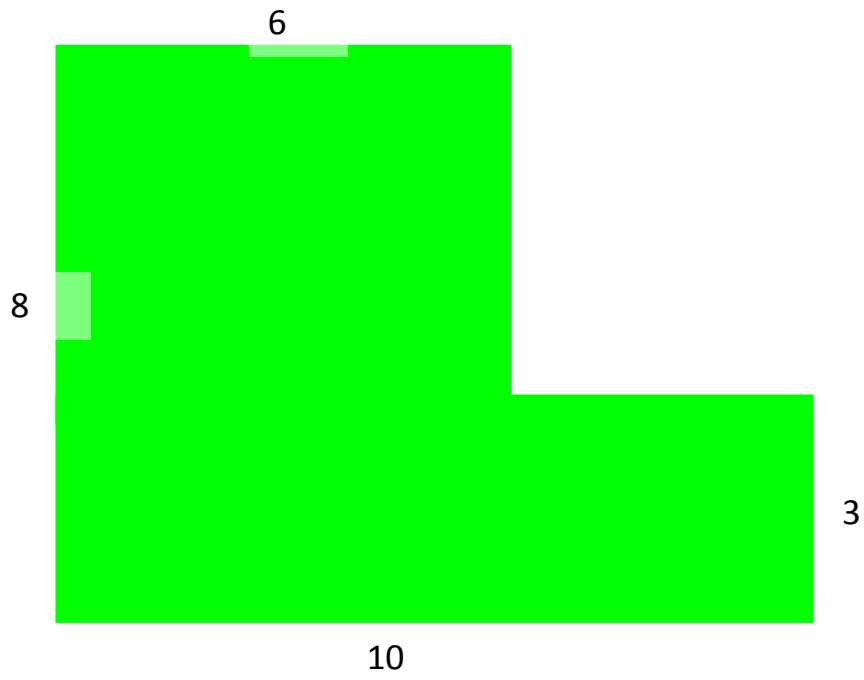


De oppervlakte is .....

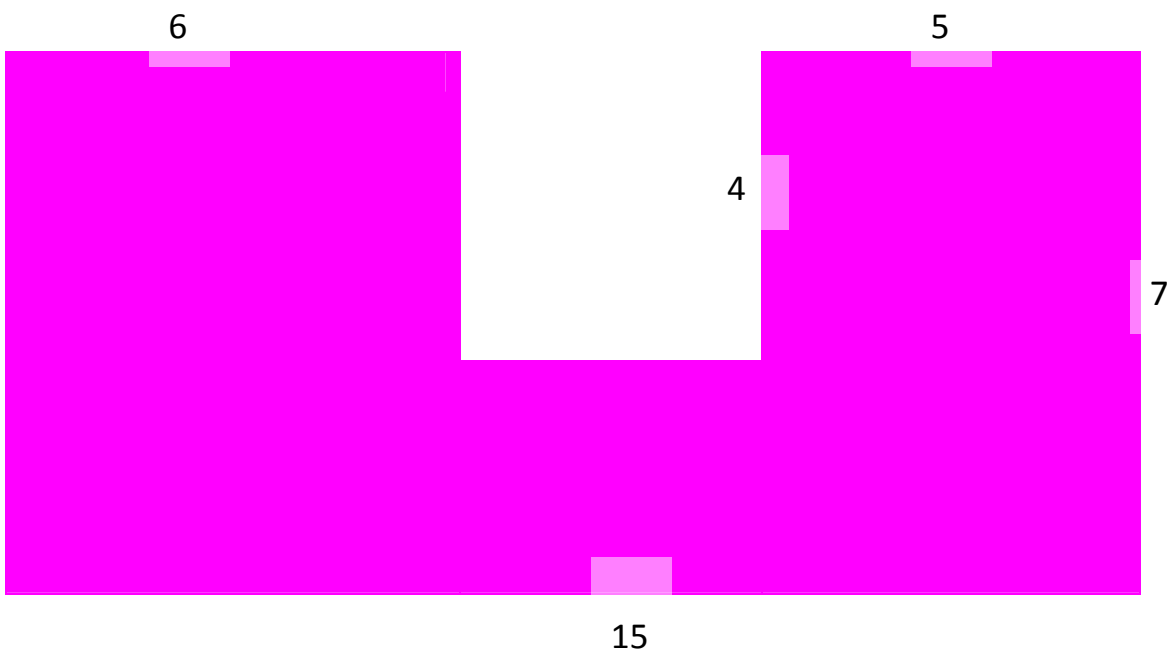
Leg hier uit wat je hebt gedaan.

Knipblad

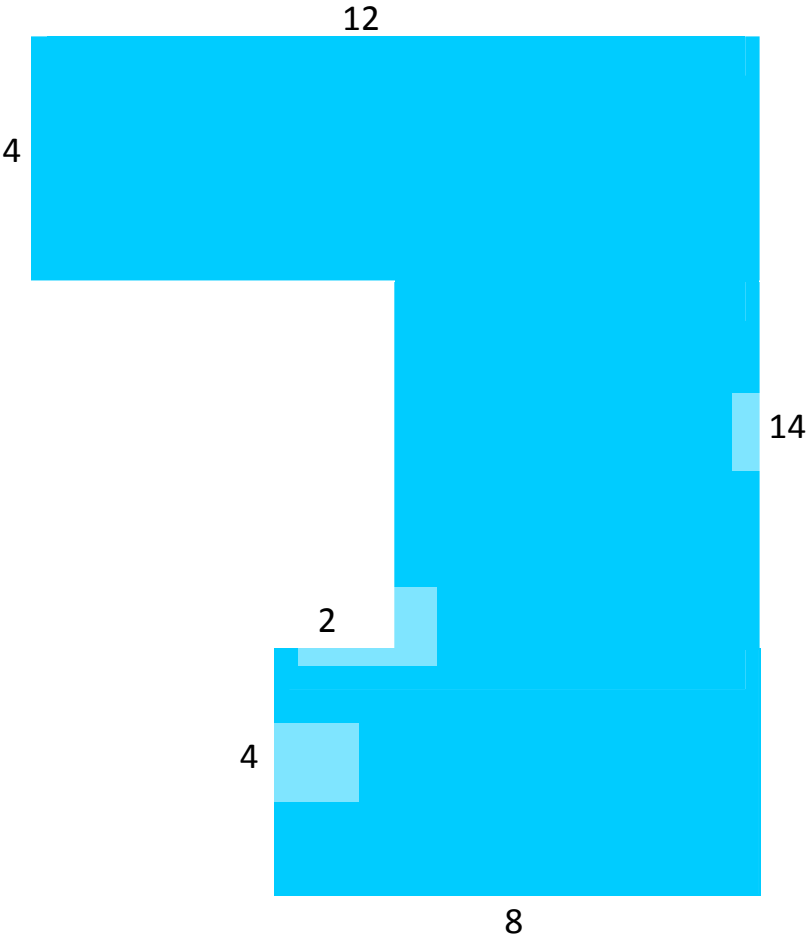
Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



## LES 4 - ONDERZOEKSLES GETALPATRONEN

|                      |   |
|----------------------|---|
| Groep                | 7/8   |
| Doel                 | Onderzoek van getalpatronen en structuren   |
| Vorm                 | - verkenning in tweetallen aan de computer<br>- klassikale nabespreking met digibord  |
| Alternatieve lesvorm | - zonder computerlokaal   |
| Materialen           | - werkbladen (bijgevoegd als bijlage)<br>- educatieve spelletjes kettingrijgen en sommenvierkant (zie bijlage)<br>- leerlingcomputers<br>- digibord |

### Achtergrond<sup>13</sup>

Met deze les wordt het digibord ingezet op een manier die bij het realistisch reken-wiskundeonderwijs hoort. Hiermee wordt concrete inhoud gegeven aan kenmerken zoals interactie, samenwerking, probleemgeoriënteerd werken, exploratie en reflectie. Bij een onderzoeksles gaan leerlingen, met begeleiding van de leerkracht, op onderzoek uit. Uitgangspunt is meestal een uitdagend en betekenisvol probleem dat de leerlingen uitnodigt om met elkaar en met de leerkracht in discussie te gaan en met elkaar verschillende redeneringen te ontdekken. Bovendien moet de aard van het probleem zo zijn dat de opgeroepen discussies en redeneringen de leerlingen helpen nieuwe wiskundige concepten te verwerven.

### Lesbeschrijving

| Activiteit   | Materiaal en aanwijzingen  |
|--|--|
| <p>Introductie<br/>Klassikaal in computerlokaal (5 min)</p> <p>De leerkracht begint de les met het stellen van een centrale vraag, die te maken heeft met het tool/de tools waar de leerlingen mee zullen werken. Hij probeert daarbij de interesse van de leerlingen te wekken en de discussie al een beetje op gang te brengen. De leerkracht stimuleert de leerlingen om tijdens het werken met de tools hun werkwijze bij te houden en te zoeken naar systematiek.</p> | <p>Tools/spelletjes (zie beschrijving in de bijlage).</p> <p>Opmerking<br/>Er is geen inhoudelijk introductie of opfrissen van voorkennis bij deze les.</p> <p>Als er een digibord aanwezig is kunnen de tools daarop worden getoond.</p> <p>Introductievraag bij <i>Kettingrijgen</i> :<br/>"Probeer steeds te voorspellen welke kleuren bepaalde kralen krijgen. Gebruik het patroon handig."<br/>Introductievraag bij <i>Sommenvierkant</i>:<br/>"Elk plaatje heeft een waarde en als je handig redeneert kun je uitvinden welke waarden dit zijn."</p> |
| <p>Zelfstandige verkenning<br/>Tweetallen aan de computer (20 min.)</p>  | <p>Per tweetal een computer en werkblad(en) bij de tools (zie bijlage).</p>  |

<sup>13</sup> Ontleend aan Project TienVeertien Groep 7, schooljaar 2007/2008

|   |  |
|---|--|
| <p>De leerlingen werken met de tool op de computer en hanteren daarbij de werkwijze zoals beschreven op werkblad 1 en/of 2 en eventueel werkblad 3 (zie bijlage). De opdracht is om uit te zoeken hoe ze elke opgave systematisch kunnen oplossen, welke redenering ze daarbij gebruiken en om te laten zien hoe ze daarachter zijn gekomen.</p>  | <p>Opmerking<br/>Laat de leerlingen zoveel mogelijk op eigen kracht en op eigen initiatief het probleem proberen op te lossen. Het werken in tweetallen is daarvoor belangrijk omdat ze dan met elkaar moeten overleggen en daardoor de kennis die ze opdoen leren verwoorden.<br/>Als er een digibord aanwezig is kan dat ingezet worden als werkstation voor een van de tweetallen.</p>  |
| <p>Verwerking<br/>Tweetallen aan de computer (10 min.)</p> <p>Nadat de leerlingen met het tool/de tools aan de computer hebben gewerkt bereiden ze een (korte) presentatie/uitleg van hun bevindingen voor. Dit moeten ze straks op het digibord kunnen laten zien.</p>   | <p>Per tweetal een computer en de werkblad(en) bij de tools (zie bijlage), eventueel presentatiesoftware voor digibord.</p> <p>Opmerkingen<br/>Afhankelijk van de mogelijkheden kunnen de leerlingen hun bevindingen op papier zetten (en demonstreren met de tools) of ze in een format voor het digibord verwerken<br/>Bij het presenteren moeten in ieder geval de tools beschikbaar zijn op het digibord.</p>  |
| <p>Reflectie<br/>Klassikaal interactief aan de hand van presentaties door tweetallen op digibord (15 min.)</p> <p>De leerkracht selecteert een aantal tweetallen die hun bevindingen op het digibord presenteren. Ze kunnen hun aanpak dynamisch met het tool laten zien, ze kunnen daarbij noteren wat ze gevonden hebben, of eventueel met powerpoint of flipcharts hun presentatie geven.<br/>De andere leerlingen kunnen vragen stellen en hun eigen mening te geven.</p> <p>Extra<br/>Wanneer met het sommenvierkant is gewerkt kan werkblad 3 op het digibord worden vertoond en kunnen de leerlingen samen de opgegeven oplossingen controleren, waarbij een of twee leerlingen voor de klas op het digibord werken.</p> | <p>Digibord met tools<br/>Werkblad 3 (optioneel)</p> <p>Opmerkingen<br/>Let erop dat de leerlingen specifiek zijn over wat ze hebben gedaan en ontdekt, en dat ze dus niet kunnen weggomen met een vage uitleg zoals: "Nou, gewoon, van alles gedaan".</p> <p>Het is belangrijk de leerlingen te stimuleren met elkaar in discussie te gaan. Let erop dat alle leerlingen hieraan deel kunnen nemen en zorg dat de discussie in de goede richting gaat.</p> <p>Het oplossingsproces en de verklaringen over de ontdekte patronen zijn in deze onderzoeksactiviteit belangrijker dan de oplossingen.<br/>Meerdere oplossingen en redeneringen kunnen goed kunnen zijn dit kan van de situatie (en van de leerling zelf) afhangen.</p> |
| <p>Eigen productie sommenvierkant (optioneel)<br/>Klassikaal interactief (5 min.)</p> <p>Werkblad 4 (eigen sommenvierkant maken)</p>  | <p>Werkblad 4 op digibord en/of op papier</p> <p>Opmerking</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>wordt op het digibord vertoond. Een of twee leerlingen werken voor de klas op het digibord en maken een sommenvierkant, terwijl de hele klas met ze meedenkt. Daarna lossen een of twee andere leerlingen het gemaakte vierkant op en controleren zo of het klopt. In de nabespreking worden de principes die nodig zijn om een oplosbaar vierkant te maken geëxpliciteerd en reflecteert de klas op een handige aanpak voor het oplossen.</p> | <p>De plaatjes staan los in het werkblad document en kunnen dus op het digibord makkelijk gekopieerd en gesleept worden.</p> <p>Deze activiteit kan ook meegegeven worden als huiswerk.</p>               |
| <p>Afsluiting/samenvatting<br/>Klassikaal interactief (5 minuten)</p> <p>De leerkracht vat in samenspraak met de klas de verschillende oplossingsmanieren en redeneringen samen door ze dynamisch met het tool voor te doen, of door een overzicht ervan te presenteren.</p>  | <p>Digibord</p> <p>Opmerking<br/>Het is handig om hierbij de splitscreen/storyboard modus van het digibord te gebruiken, waarmee meerdere leerlingenpresentaties naast elkaar kunnen worden vertoond.</p> |

#### Alternatieve lesopzet

Als er geen computerlokaal beschikbaar is kunnen de hierboven beschreven activiteiten over een langere periode verspreid worden uitgevoerd. In een eerste les kan de klassikale introductie van de tools en de bijbehorende opdrachten met behulp van een digibord plaatsvinden. Vervolgens kunnen de leerlingen in tweetallen gedurende bijvoorbeeld een week om de beurt op de computers in het lokaal de opdrachten die beschreven worden bij de verkenning en verwerking uitvoeren. In een afsluitende les kan de reflectie plaatsvinden met de hele klas, ondersteund met het digibord.



## Bijlage bij les 4

### Beschrijving van de onderzoekstools/spelletjes

Deze les maakt gebruik van twee tools (spelletjes). Er kan worden besloten om met slechts één van deze tools te werken, of met allebei. Het eerste tool is nogal moeilijk en stimuleert de leerlingen te redeneren over patronen (deelbaarheid en rekenen en redeneren over de rest), terwijl het tweede tool makkelijker is en gezien kan worden als een voorloper van algebra.

#### Kettingrijgen

[http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03047/toepassing\\_rekenweb.html](http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03047/toepassing_rekenweb.html).

Dit is een serie opdrachten rond kralenpatronen. Het draait bij alle opgaven om de rest die overblijft na te delen door een bepaald getal. Bij de eerste opgave wordt bijvoorbeeld gevraagd om kraal 102 blauw te maken. Omdat die ketting gebaseerd is op een patroon van 5 kralen dat zich steeds herhaalt, valt uit te rekenen dat het twintigste patroon eindigt met kraal 100, want  $20 \times 5 = 100$ . Met kraal 101 begint het patroon opnieuw, en kraal 102 krijgt dus de kleur van de tweede kraal in het basispatroon. In dit patroon krijgt dus elk vijfvoud + 2 de blauwe kleur. Bij de beginopdrachten is een dergelijke redenering nog niet perse noodzakelijk, want de oplossing kan ook gevonden worden door gewoon volgordes uit te proberen. Een leerling zet bijvoorbeeld de blauwe kraal vooraan in het patroon en constateert na een klik op 'ketting afmaken', dat de blauwe kraal een plek moet opschuiven. De serie opdrachten is zo opgebouwd dat bij de latere opdrachten simpel uitproberen niet meer mogelijk is, wat de leerlingen dwingt om na te denken over het systeem. Bij opdracht 4 wordt het aan de leerlingen overgelaten om de lengte van het patroon te kiezen. Er zijn 4 mogelijke oplossingen, namelijk een patroon van 2 kralen, van 4 kralen, van 8 kralen en van maar een kraal. De laatste mogelijkheid zien leerlingen vaak over het hoofd. De figuren hieronder laten de eerste paar opgaven zien.

Klik op een kraal om hem aan de ketting te rijgen. Maak een patroon van 5 kralen. Klik daarna op 'maak vol'. Zorg dat kraal 102 blauw wordt. Dat kan met verschillende patronen. Zoek er een paar. Welke patronen heb je gevonden?

|        | patroon | armband |
|--------|---------|---------|
| goud   |         |         |
| blauw  |         |         |
| rood   |         |         |
| totaal |         |         |


























armband afmaken  
leegmaken

Een armband met 24 kralen. Vaak loopt het patroon netjes door, maar soms doet het dat niet. Zoek uit: wanneer loopt het patroon wel door, en wanneer niet?





## Sommenvierkant

[http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03107/toepassing\\_rekenweb.html](http://www.fi.uu.nl/toepassingen/03107/toepassing_rekenweb.html).

De bedoeling van dit tool (zie figuur hieronder) is dat de leerlingen steeds uitzoeken hoeveel ieder plaatje waard is; als ze alles goed hebben dan kloppen de horizontale en verticale optelsommen.

|   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|----|
|  |  |  |  |  | 12 |
|  |  |  |  |  | 16 |
|  |  |  |  |  | 9  |
|  |  |  |  |  | 11 |
|  |  |  |  |  | 16 |

|   |                                |   |                                |   |                                |  |                                |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|--|--------------------------------|
| 14  | 10                             | 14  | 14                             | 12  |                                |  |                                |
|  | <input type="text" value="0"/> |  | <input type="text" value="0"/> |  | <input type="text" value="0"/> |  | <input type="text" value="0"/> |

Je moet uitzoeken hoeveel ieder plaatje waard is, en als je alles goed hebt, kloppen de optelsommen naar rechts en omlaag.

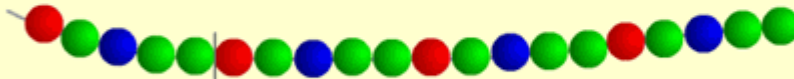
Een handig aanpak is om eerst te kijken of er een rij of kolom met maar een soort plaatjes is. In dit geval is dat de kolom met vijf zonnnetjes. Deze zijn samen 10; elk zonnnetje is dus 2 waard. Uit de waarde van de onderste rij met zonnnetjes en appels volgt nu dat een appel 4 waard is. Zo kan door worden geredeneerd. Leerlingen zullen in het begin vaak wat proberen en daarbij soms per rij of kolom werken. Bij controle blijkt dan da niet elke rij en kolom het goede resultaat geeft. Als leerlingen een aantal sommenvierkanten hebben opgelost kunnen ze proberen de aanpak die tot een goed resultaat leidt te verwoorden. Bij het oplossen kunnen leerlingen eventueel op papier aantekeningen maken, daarbij zullen sommige leerlingen hun eigen symbolentaal ontwikkelen, die gezien kan worden als voorloper van het algebraïsch noteren van variabelen en vergelijkingen.

## Werkblad 1 bij les 4: Kettingrijgen

Ga naar [www.rekenweb.nl](http://www.rekenweb.nl) en kies het spelletje Kettingrijgen.

### Kettingrijgen

Een ketting wordt mooier als je niet zomaar allerlei kleuren door elkaar gebruikt. Kijk maar eens naar de ketting hieronder.

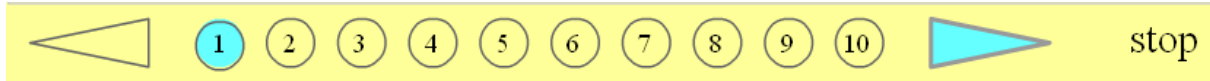


Zie je het patroon in de ketting? Het is een patroon van 5 kralen: eerst rood, dan groen, dan blauw, dan groen en dan weer groen. Dat patroon wordt steeds herhaald.

Bij het spel horen 5 opgaven. Je doet in ieder geval de eerste. Voor alles wat je doet geldt: Laat zien hoe je dat hebt gedaan. Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.

#### Opdracht 1

Doe opgave 1 op de computer. Er zijn tien vragen.



Typ je antwoorden in. Als je op stop klikt zie je jouw antwoorden staan. Vraag of je ze mag printen, schrijf ze anders over op een blaadje. Noteer ook hoe je het hebt aangepakt.


#### Opdracht 2

Als je nog tijd hebt doe dan ook de opgaven 2 tot en met 4 op de computer en schrijf je antwoorden en hoe je hebt geredeneerd op een blaadje.

## Werkblad 2 bij les 4: Sommenvierkant

Ga naar <http://www.rekenweb.nl> en kies het spelletje Sommenvierkant, kies dan voor de eerste mogelijkheid: standaard.

**Sommenvierkant**



De bedoeling van deze opgaven is dat je steeds uitzoekt hoeveel ieder plaatje waard is; als je alles goed hebt, kloppen de optelsommen naar rechts en omlaag.

- Opdracht 1
- Opdracht 2
- Opdracht 3

Je ziet dat er drie opdrachten zijn, maak ze allemaal.

Schrijf steeds op wat je hebt gedaan en hoe je het probleem hebt opgelost. Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.

Opdracht 1 – zo hebben we het gedaan

Opdracht 2 – zo hebben we het gedaan

Opdracht 3 – zo hebben we het gedaan

## Werkblad 3 bij les 4: Controleer het sommenvierkant

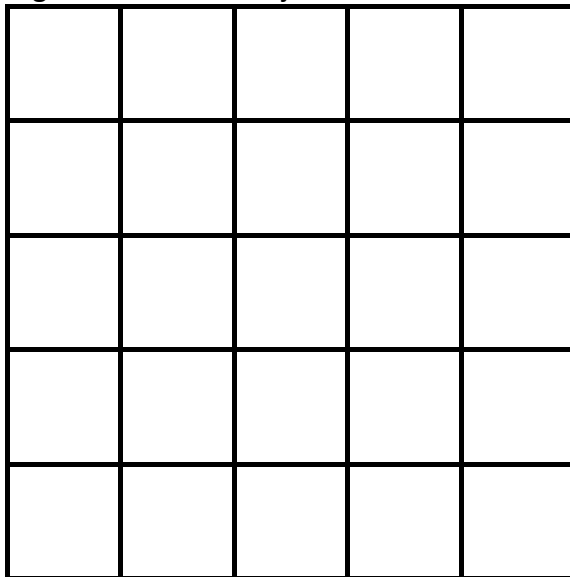
Schrijf de horizontale en verticale optelsommen van het sommenvierkant over op dit blad. Vervang nu de plaatjes in het sommenvierkant door de juiste getallen en controleer of alle horizontale en verticale optelsommen uitkomen.

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

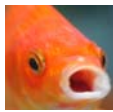
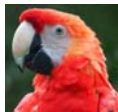


## Werkblad 4 bij les 4: Maak je eigen sommenvierkant

Maak nu je eigen sommenvierkant. Schrijf steeds op wat je hebt gedaan en hoe je het sommenvierkant hebt gemaakt. Dit moet je straks ook kunnen laten zien op het digibord.



Hieronder staan een aantal plaatjes die je kunt gebruiken, of je kunt je eigen plaatjes verzinnen. Hoeveel je van ieder plaatje nodig hebt bepaal je zelf. Maak ook de horizontale en verticale optelsommen en schrijf ze op de goede plek. Als je klaar bent kun je jouw sommenvierkant door een van je medeleerlingen laten oplossen. Probeer ook eens een sommenvierkant te maken met 3 plaatjes. En met 5 plaatjes.



Opdracht: Maak je eigen sommenvierkant – zo hebben we het gedaan

