

Doceren met interactief SMARTboard en vier kwadranten

Dr. ing. A.H.W. van der Zanden

*Universiteitsdienst Informatie en Communicatie Technologie
Afdeling Educational Technology
Technische Universiteit Delft
a.h.w.vanderzanden@tudelft.nl*

Synopsis

Bij het doceren van technisch-wetenschappelijke vakken wordt sinds jaar en dag veel gebruik gemaakt van het krijtbord. Anderzijds maken onze docenten in toenemende mate gebruik van Informatie en Communicatie Technologie (ICT) en computerapplicaties bij het geven van hun colleges. Bij het outilleren van collegezalen (nieuw of gerenoveerd) is het van belang dat, gelet op beide bovengenoemde didactische gegevens, gezocht wordt naar een opstelling waarbij de docent op overzichtelijke wijze parallel gebruik kan maken van een schrijfbord enerzijds en ICT anderzijds.

In het voorjaar van 2012 is een pilotproject gestart aan de TU Delft waarbij een digitale versie van het krijtbord wordt gecombineerd met een geïntegreerde Audio Visuele - Informatie en Communicatie Technologie (AV-ICT) voorziening. Het is nu mogelijk om verschillende computerapplicaties, waaronder instanties van het digitale krijtbord, tegelijkertijd te projecteren op een groot scherm verdeeld in vier kwadranten.

Voor deze pilot is het zeer snelle interactieve SMARTboard 8070i met bijgeleverde Notebook software ingezet in combinatie met de AV-ICT-voorziening die het mogelijk maakt om vier videosignalen parallel te projecteren op verschillende kwadranten van een groot scherm. De parallele signalen kunnen bijvoorbeeld één of meer instanties van het SMARTboard zijn, een PowerPoint-presentatie, een MAPLE-worksheet, een PDF-document of een Internet-pagina. De zaalcomputer is uitgerust met een videokaart met vier uitgangen om de presentatie van verschillende kwadranten mogelijk te maken.

De videosignalen zijn gearrangeerd in vier kwadranten; linksboven, rechtsboven, linksonder en rechtsonder. Het kwadrant rechtsboven komt overeen met de computerdesktop en met het SMARTboardsignaal. Een applicatie wordt zoals gewoonlijk gestart op de zaalcomputer. Daarna kan de docent met behulp van DisplayControl software het betreffende videosignaal linksom of rechtsom roteren naar een aanliggend kwadrant. Op een computer worden normaal meerdere applicaties in eenzelfde scherm opgestart, maar met dit systeem kunnen de applicaties naast elkaar worden getoond, verdeeld over de kwadranten. Op die manier kunnen de studenten videobeelden gelijktijdig bekijken.

Er zijn verschillende docenten die gebruik hebben gemaakt van de installatie van dit pilotproject. Ter illustratie wordt in paragraaf 3 van dit rapport in detail beschreven hoe twee wiskundedocenten het systeem hebben gebruikt bij het geven van hun colleges voor twee bachelor-vakken bij de faculteit 3mE. Het is niet moeilijk om de basisprincipes van het werken met het SMARTboard onder de knie te

krijgen, maar het spreekt vanzelf dat het geen geringe uitdaging is voor de docent om zijn didactiek aan te passen aan het werken met dit systeem. Het werken hiermee vraagt enerzijds om nieuwe navigatievaardigheden en anderzijds om het redigeren van de cursusinhoud, om zo te komen tot een presentatie van de leerstof die middels diverse applicaties geprojecteerd wordt op de verschillende kwadranten.

Gedurende drie onderwijsperiodes is een evaluatie uitgevoerd. Een papieren enquête is afgenomen onder de studenten aan het einde van elke onderwijsperiode. De vragen en resultaten staan beschreven in paragraaf 4 van deze notitie. De studenten zijn enthousiast over de inzet van dit geavanceerde systeem bij het onderwijs. Deze positieve respons van de zijde van de studenten moedigt ons aan om te bepleiten dat het systeem op grotere schaal wordt ingevoerd op onze universiteit.

1 Digitale AV-ICT installatie in de Collegezaal

Veel docenten van onze universiteit kiezen nog altijd graag voor het krijtbord als zij college geven waarin wetenschappelijke formules, schetsen, diagrammen of andere grafische elementen voorkomen. Krijtborddidactiek lijkt de juiste manier om moeilijke afleidingen te demonstreren en te verklaren. Het gestructureerde en gestage verschijnen van karakters en variabelen met de bijbehorende uitleg ondersteunt de kennisoverdracht van docent naar student. Het schrijven met krijt is als een tweede natuur voor de docent: het is gemakkelijk, snel en betrouwbaar. Er hoeft niet over nagedacht te worden. Een digitaal alternatief moet na verloop van tijd met dezelfde mate van vanzelfsprekendheid gebruikt kunnen worden door een gemiddelde docent.

1.1 Het digitale krijtje van het interactieve SMARTboard

De ervaring van het schrijven op het door ons gekozen SMARTboard wijkt niet veel af van de ervaring van het schrijven op een krijtbord. Dit speciale board heeft een zeer lage vertragingstijd van 10 tot 20 ms. Als we deze lage vertragingstijd vergelijken met de 80 tot 150 ms die nodig is voor oog-hand coördinatie [1] of de 350 ms die nodig is om een arm in rust te bewegen naar een schrijfhouding [2] dan is het aannemelijk dat men gauw kan wennen aan dit specifieke SMARTboard. Een praktijktest met meer dan negentig docenten onderschrijft deze aanname. Gemiddeld neemt het minder dan een minuut om aan het digitale schrijven en schetsen te wennen.

Om de overgang van gewoon krijt naar digitaal krijt zo gemakkelijk mogelijk te maken, zijn nagenoeg alle snelkoppelingen van aanvullende functies verstoep achter menubalken. De docent hoeft alleen de pen van de houder te pakken om te tekenen of te schrijven in vier standaard kleuren. Daarnaast gebruikt de docent de vinger om te selecteren en te navigeren en de handpalm om te wissen. De drie hoofdfuncties “write”, “select” en “erase” maken het gebruik van dit digitale krijt eenvoudig en laagdrempelig.

Helaas is de schrijfovervlakte van dit SMARTboard beperkt tot het 70 inch scherm, hetgeen overeen komt met 1,35 m², terwijl een gebruikelijk krijtbord al ruim 4 m² bedraagt. Docenten willen uiteraard een overeenkomstig schrijfovervlak. Een pagina van de Notebook applicatie waarin geschreven wordt kan via het SMARTboard wel worden verlengd, maar dan verdwijnt de geschreven tekst uit zicht. Alleen objecten binnen het SMARTboard window blijven zichtbaar. Een oplossing is gevonden door te gaan werken met meerdere schermen.

1.2 Vier kwadranten om het digitale schrijfooppervlak te vergroten

Geschreven teksten en getekende diagrammen moeten zichtbaar blijven, tenminste voor een tijdje. Studenten moeten de gelegenheid hebben om de formules over te nemen in hun bloknoot terwijl de docent voortgaat met de afleiding in een ander kwadrant. Het tweede kwadrant toont dan de geschreven geschiedenis van het eerste SMARTboard window.

In overleg met docenten is gekozen voor een mogelijke verdeling van het grote scherm in vier kwadranten. Twee kwadranten kunnen dan bijvoorbeeld worden gereserveerd voor het SMARTboard, een derde kwadrant voor bijvoorbeeld een PowerPoint- of PDF-presentatie en het vierde kwadrant voor weer een andere applicatie naar eigen keuze (Maple, Internet, ...).

Het pilotproject is gestart met het aanbrengen van een mobiel SMARTboard in collegezaal D van de faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek en Technische Materiaalwetenschappen (3mE). In de bestaande audiovisuele installatie zijn enkele aanpassingen verricht om de vier outputsignalen van de zaalcomputer te schakelen. De projectoppervlakte van het presentatiescherm bedraagt 10 m², elektronisch verdeeld in vier kwadranten van elk 2 bij 1,25 m. Het kwadrant "A" rechtsboven toont hetzelfde beeld als dat van het SMARTboard en ook hetzelfde als dat van de zaalcomputer. Figuur 1 toont een impressie van de installatie.



Figuur 1: Impressie van het mobiele SMARTboard in combinatie met de vier kwadranten

1.3 Manipulatie van de videosignalen

Applicaties worden gestart op de zaalcomputer of op het SMARTboard. De DisplayControl software is speciaal ontwikkeld om de videosignalen linksom of rechtsom te roteren, zie figuur 2. Na het doorschuiven van signaal "A" naar een ander kwadrant is het eerste weer vrijgekomen. Zo kan een volgende applicatie worden opgestart, dat eveneens kan worden doorgeschoven. Op die wijze kan de docent meerdere schermen tegelijkertijd tonen en is het op die wijze mogelijk om de virtuele oppervlakte van het SMARTboard te vergroten.



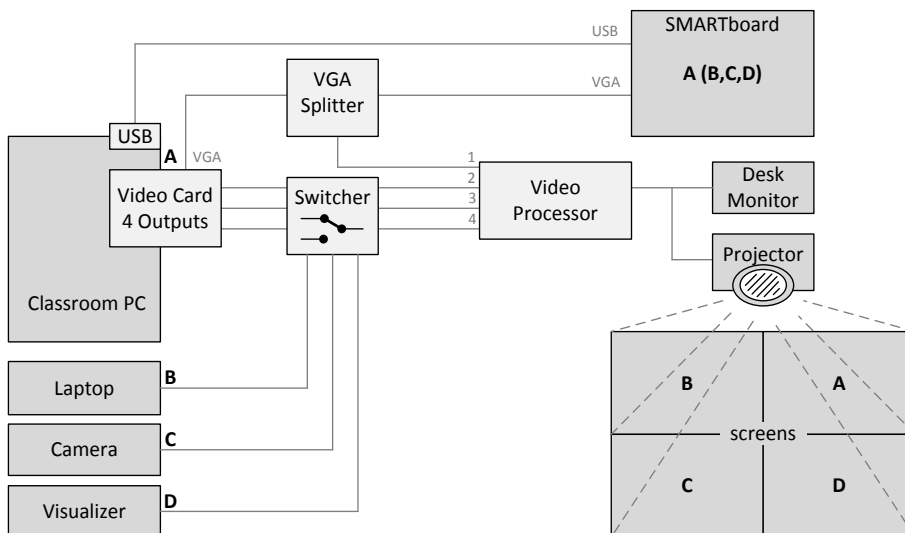
Figuur 2: DisplayControl; Roteren met blauwe knoppen, PowerPoint besturen met rode knoppen

Met de blauwe “linksom-rechtsom” knoppen van DisplayControl kunnen de vier kwadranten gelijktijdig linksom of rechtsom worden gerooteerd. In het geval een PowerPoint presentatie wordt gestart, verschijnen de rode “vorige slide-volgende slide” knoppen om tussen de slides te navigeren. Het maakt niet uit in welk kwadrant de PowerPoint presentatie zich op dat moment bevindt. Terwijl de docent op het SMARTboard een formule uitwerkt kan hij of zij met behulp van de rode knop naar de volgende slide navigeren, ondanks dat PowerPoint in bijvoorbeeld het kwadrant linksboven staat.

1.4 Audiovisuele Functies in de Collegezaal

De AV-installatie van een collegezaal moet meerdere onderwijspraktijken kunnen ondersteunen. Op het bedieningspaneel moet een docent bijvoorbeeld een laptopscenario kunnen kiezen als hij college wil geven vanaf de laptop. Als docenten met meerdere kwadranten willen werken, dan moet een dergelijk scenario eveneens op dat bedienpaneel beschikbaar zijn.

Het SMARTboard moet middels de VGA connector (videobeeld) en de USB connector (interactie) worden aangesloten. Vandaar dat signaal A in het diagram van figuur 3 permanent aan de videoprocessor wordt aangesloten via de VGA splitter. Als docenten de videosignalen aan ingangen 2, 3 en 4 van de videoprocessor willen mixen, dan kunnen diverse signalen met behulp van het bedieningspaneel worden gekozen. Zo kan de docent bijvoorbeeld de resterende uitgangen van de zaalcomputer kiezen, of de laptop, of de opnamecamera, of de documentcamera. Meerdere scenario's dienen zodoende geconfigureerd en ingebracht te zijn om de diverse onderwijspraktijken te bedienen.



Figuur 3: Functioneel Diagram van de Zaalinstallatie

De tijdelijke installatie in zaal D biedt de docent daarmee mogelijkheden die met een gewoon krijtbord niet mogelijk zijn. Er is ook nog een mogelijkheid ingebouwd om een kwadrant full-screen te tonen. Dat zou wel eens nodig kunnen zijn in het geval een applicatie te kleine karakters weergeeft en deze daardoor achterin de zaal niet te lezen zijn.

2 Krijtbordschrijven versus SMARTboardschrijven

Krijtschrijvers geven over het algemeen les in collegezalen met meer dan honderd zitplaatsen. De leesafstand van het krijtbord tot de achterste rij varieert daarbij tussen de 12 en 20 meter afhankelijk van de zaal. Maar hoe groot moeten de geschreven karakters zijn om deze op de achterste rij nog te kunnen lezen?

2.1 Hoogte van geschreven karakters op het krijtbord

Meerdere richtlijnen geven een indicatie voor de hoogte van geschreven karakters op een krijtbord. Zo wordt een verhouding van 1 tot 200 voor de hoogte ten opzichte van de afstand aanbevolen [3], of mogen de karakters niet kleiner zijn dan 3 centimeter voor elke 10 meter in afstand [4], of moet de karakterhoogte ongeveer 1 procent bedragen van de leesafstand omdat de hoogte-breedte verhouding van geschreven karakters nu eenmaal kleiner is dan elektronische gepresenteerde karakters. Geschreven karakters hebben eerder een hoogte-breedte verhouding van 1 staat tot 1 terwijl elektronisch gegenereerde karakters eerder een verhouding hebben van 1 staat tot 0,6 [3]. Observaties op de eigen campus van de TU Delft leren dat docenten karakterhoogten gebruikten variërend in hoogten van 7 tot 10 cm.

2.2 Hoogte van geschreven karakters op het SMARTboard

Als docenten het SMARTboard voor het eerst gebruiken dan beginnen ze met een karakterhoogte van ongeveer 6 cm, maar al gauw wordt dat verkleind naar 4 cm of zelfs naar 3 cm. Door middel van de projectie van het SMARTboard op de presentatiewand zijn alle karakters prima te lezen. Het kleinere schrijven heeft bovendien als voordeel dat er meer karakters op eenzelfde oppervlak kunnen worden geschreven.

2.3 Witte karakters op een zwarte achtergrond

De leesbaarheid van witte krijtletters op het zwarte krijtbord is uitstekend vanwege het hoge contrast. Dat contrast lijkt op de eerste rij hetzelfde als op de achterste rij van een collegezaal: het boet niet in aan leesbaarheid. Computerbestanden hebben daarentegen zwarte karakters op een witte achtergrond. Voor dit pilotproject hebben we met het gebruik van Notebook gekozen voor witte karakters op een pikzwarte achtergrond vanwege het geweldige contrast. Bovendien toonde het SMARTboard een zeer rustig beeld met wit op zwart. Zwarte karakters op een witte achtergrond genereerden daarentegen een dusdanig overbelicht beeld dat direct met geknepen ogen moest worden gekeken, hetgeen resulteerde in hoofdpijn na een kwartiertje werken.

2.4 Leesafstand van het SMARTboard

Wat zou de leesafstand van het SMARTboard zijn nu we voor witte karakters op een zwarte achtergrond hebben gekozen? Zodoende is een kleinschalig onderzoekje met twaalf docenten uitgevoerd. De lettertypen Arial en Calibri werden in afgemeten hoogten getoond op het SMARTboard. Daarna is de leesafstand empirisch en in overleg met de groep bepaald. In tabel 1 staan de resultaten.

Het contrast tussen de witte letters en de zwarte ondergrond van het SMARTboard laat geen beperking zien voor de leesafstand. Maar het is natuurlijk wel zo dat het getoonde scherm te klein kan zijn voor de ruimte waarin het staat. Het is voor kijkers onplezierig om naar een relatief klein scherm te turen. Projectie op de muur of een groot scherm wordt in zo een geval aanbevolen.

Tabel 1: karakterhoogte versus leesafstand

Karakterhoogte (cm)	Leesafstand (m)
1,5	7
2	10
2,5	13
3	15
3,5	20
4	25
5	30
6	40

Zaal D van 3mE heeft een presentatiescherm van 10 m² en een leesafstand van 12 meter. De geschreven karakters met een hoogte van 3 tot 4 cm zouden zondermeer te lezen moeten zijn als we de waarden van tabel 1 in ogenschouw nemen. Daarenboven wordt de leesbaarheid nog verbeterd als de SMARTboard karakters in een kwadrant worden getoond. De vergrotingsfactor bedraagt 1,85 (verhouding van kwadrantoppervlakte van 2,5 m² ten opzichte van SMARTboardoppervlakte van 1,35 m²).

3 Casusbeschrijving

De betreffende installatie zoals beschreven is sinds april 2012 operationeel in zaal D van de faculteit 3mE. Twee wiskundedocenten waren benieuwd naar de mogelijkheden en hebben het systeem gebruikt bij hun colleges voor een aantal vakken; J.G. Maks¹ bij de vakken Lineaire Algebra 1 en 2 en I.A.M. Goddijn² bij het vak Analyse 1.

Wiskundedocenten staan in het algemeen bekend om hun voorkeur voor het doceren met behulp van krijtborden. Krijtborddidactiek is sinds jaar en dag een evident uitgangspunt bij het geven van wiskundige verhandelingen. Anderzijds zijn wiskundedocenten fervente gebruikers van ICT en relevante softwareapplicaties. Dit systeem, waarbij de gewenste krijtborddidactiek direct gecombineerd wordt met het gebruik van computerapplicaties, lijkt zodoende een ideaal doceerinstrument voor de wiskundedocent anno 2013. Hieronder wordt beschreven op welke wijze de hierboven genoemde twee wiskundedocenten het systeem hebben ingezet bij hun colleges voor twee specifieke vakken.

3.1 J. Maks, Lineaire Algebra 2, 4e onderwijsperiode 2011-2012

De docent gebruikt één kwadrant voor PowerPoint, twee diagonaal tegenover elkaar geplaatste kwadranten voor het SMARTboard en het laatste kwadrant voor het softwarepakket Maple. De vooraf gemaakte PowerPoint-presentatie wordt ingezet om definities, concepten en stellingen van het vak te presenteren. Voor de uitwerking en afleiding van formules wordt het SMARTboard met Notebook applicatie ingezet, net zoals een niet-digitaal krijtbord zou worden ingezet. De docent verwisselt met behulp van de blauwe knoppen in de menubalk de twee SMARTboard-kwadranten, en opent een nieuwe pagina, zodra het kwadrant rechtsboven vol is of als er een nieuw onderwerp wordt aangesneden. Rechtsboven staat altijd het interactieve kwadrant terwijl linksonder de meest recente geschiedenis wordt gepresenteerd. De Maple software in het laatste kwadrant wordt ingezet om een methode of resultaat te demonstreren aan de hand van een voorbeeld. Het grote voordeel van de directe beschikbaarheid van Maple op één van de kwadranten is dat realistische voorbeelden,

die te bewerkelijk zijn om met de hand uit te rekenen, makkelijk op elk moment tijdens het college kunnen worden meegenomen in de verhandeling. Figuur 4 toont de praktijksituatie (Maple-berekening linksboven, PowerPoint-presentatie rechtsonder, SMARTboard-kwadrant rechtsboven en linksonder).



Figuur 4: Wiskundige verhandeling met gebruikmaking van vier kwadranten

3.2 I. Goddijn, Analyse 1, 1e onderwijsperiode 2012-2013

De docent gebruikt een kwadrant voor de presentatie, twee aansluitende kwadranten voor het SMARTboard en het laatste kwadrant voor zowel een Internet browser als Maple. Met dit college gebruikt de docent een interactief PDF document (in plaats van PowerPoint) om de voorbereide presentatie te tonen. Het nadeel van PDF ten opzichte van PowerPoint is dat de DisplayControl software PDF niet ondersteunt om naar de vorige of volgende slide te gaan. In de betreffende situatie moet het PDF document dan in het kwadrant rechtsboven worden geplaatst zodat het bediend kan worden.

De twee SMARTboard-kwadranten worden op een vergelijkbare wijze ingezet als in het eerste voorbeeld is beschreven. Het resterende kwadrant wordt niet voor slechts één applicatie gereserveerd, maar voor verschillende; afhankelijk van het doceermoment wordt een Internetpagina getoond (bijvoorbeeld de uitgeverwebsite om delen uit het Calculus tekstboek te tonen) of wordt een voorbeeld gedemonstreerd met Maple.

4 Resultaten van de evaluatie

De wiskundedocenten J. Maks en I. Goddijn zijn enthousiast over de geavanceerde opstelling voor hun universitaire onderwijs. Maks heeft nagenoeg geen technische problemen ondervonden, Goddijn maar een paar. Beide docenten zien veel voordelen in het gebruik van dit systeem voor nieuwe didactiek, waardoor kwaliteitsverbetering voor hun colleges kan ontstaan. Zij hopen dat meer collegezalen met deze apparatuur wordt uitgerust.

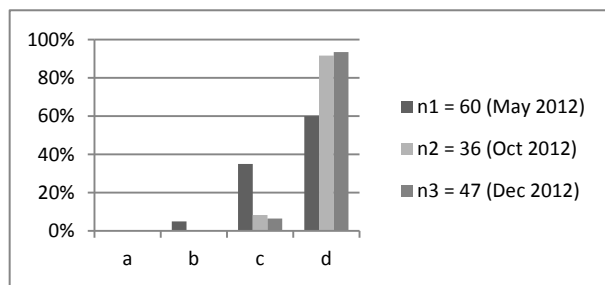
Het SMARTboard in combinatie met de vier kwadranten is operationeel sinds april 2012. Het is drie onderwijsperioden gebruikt. Het lijkt potentie te hebben, maar wat vinden de studenten ervan?

4.1 Studentenenquête

De drie studentengroepen, die de betreffende wiskundecolleges hebben gevolgd, hebben deelgenomen aan een evaluatie. Een eerste cohort van 60 studenten in mei 2012, een tweede cohort van 36 studenten in oktober 2012, en een derde cohort van 47 studenten in december 2012. Elk cohort kreeg dezelfde zeven meerkeuzevragen op papier aangereikt.

4.1.1 Vraag 1: Wat is jouw mening over de leesbaarheid van witte of gekleurde teksten/schetsen op het SMARTboard ? (niet het geprojecteerde beeld).

In de eerste periode zijn voor de kleuren rood, groen en blauw de standaard SMARTboard instellingen gebruikt. Deze standaardkleuren zijn goed zichtbaar als de achtergrond wit is maar bleken dit niet te zijn als de achtergrond zwart is. Dit verklaart de scores "b" en "c" van het eerste studentencohort n1. Na de eerste evaluatie zijn de kleuren aangepast; rood werd oranje, donkergroen werd felgroen en blauw werd cyaan. De resultaten van het tweede en derde cohort tonen aan dat de nieuwe kleuren prima voldoen.

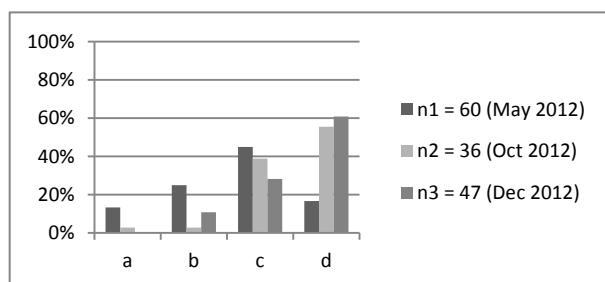


- a. Zowel wit als gekleurd slecht leesbaar
- b. Wit voldoende, gekleurd onvoldoende leesbaar
- c. Wit uitstekend, gekleurd voldoende leesbaar
- d. Zowel wit als gekleurd uitstekend leesbaar

Figuur 5: Leesbaarheid van SMARTboard

4.1.2 Vraag 2: Wat vind je van de leesbaarheid van het geprojecteerde beeld van een witte of gekleurde SMARTboard-tekst (geprojecteerd op één van de vier kwadranten van het grote scherm)?

Tijdens de eerste evaluatieperiode had de onderwijszaal nog doorzichtprojectie. Elk van de vier kwadranten had een eigen projector met een High Definition resolutie (1280*800 pixels). De projectors in combinatie met het voorzetglas toonde onregelmatige lichtintensiteiten in elk kwadrant naast een onnauwkeurige aansluiting tussen de beelden. Daarmee worden de kritische antwoorden van het eerste cohort verklaard. In de zomer van 2012 is een hoogwaardige opzichtprojector geplaatst met een WQXGA resolutie van 2560*1600 pixels, waarmee een scherp en lichthelder beeld beschikbaar kwam. De resultaten van het 2e en 3e cohort onderschrijven die verbetering.

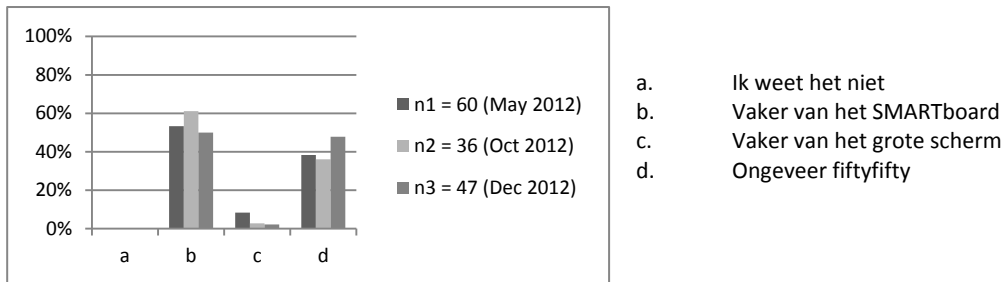


- a. Zowel wit als gekleurd slecht leesbaar
- b. Wit voldoende, gekleurd onvoldoende leesbaar
- c. Wit uitstekend, gekleurd voldoende leesbaar
- d. Zowel wit als gekleurd uitstekend leesbaar

Figuur 6: Leesbaarheid van geprojecteerd beeld

4.1.3 Vraag 3: Geschreven tekst kan direct van het SMARTboard worden gelezen of van het grote scherm. Lees jij vaker van het SMARTboard, vaker van het grote scherm of ongeveer fiftyfifty?

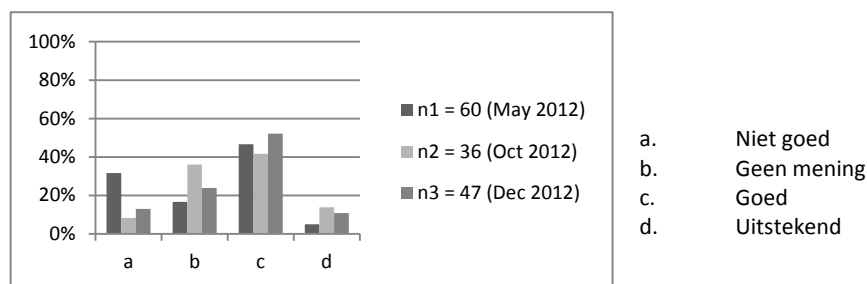
Docenten vinden het fijn als de studenten hun bewegingen volgen op het bord. Voor de start van het project spraken zij hun bezorgdheid uit over de eventuele afleiding door het grote presentatiescherm. De resultaten geven aan dat docenten niet ongerust hoeven te zijn. Meer dan de helft van de studenten volgt de docent op het SMARTboard. Maar als de docent voor de tekst staat, dan kijken de studenten naar het betreffende kwadrant op het presentatiescherm om vooral geen tijd te verliezen bij het overnemen van notities.



Figuur 7: Lezen van SMARTboard of geprojecteerd beeld

4.1.4 Vraag 4: In de huidige opstelling worden tijdens het college de vier kwadranten gelijktijdig linksom of rechtsom geroteerd. Wat vind jij van het gebruik van de gelijktijdige rotatie van de vier kwadranten?

Het linksom of rechtsom roteren van de kwadranten is enigszins verwarrend, vooral in het begin. Dat is niet alleen zo voor studenten maar zeker ook voor de docent. Het werken met vier parallelle videosignalen vraagt om een nieuwe vaardigheid van de docent. Het navigeren en het onderling afstemmen van de parallel getoonde videobeelden vergt een behoorlijke inspanning. Misschien speelde het wennen aan de nieuwe situatie een rol bij de resultaten. Toch mag worden geconcludeerd, met een gemiddeld cijfer van 17,7 voor “niet goed” tegen een drie maal hogere score van 46,9 voor “goed” plus 9,9 voor “perfect”, dat studenten het roteren van de kwadranten positief ervaren hebben.

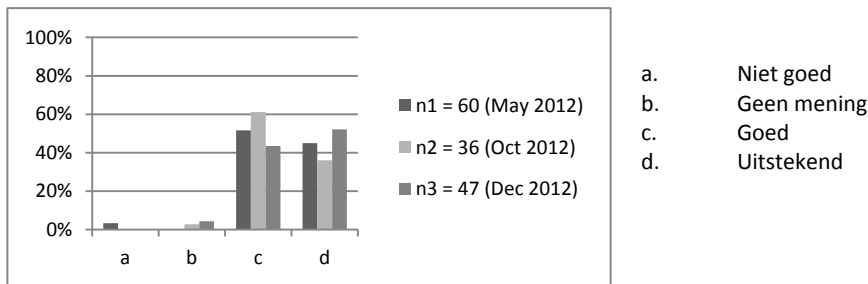


Figuur 8: Roteren van kwadranten

4.1.5 Vraag 5: In de vier kwadranten kunnen verschillende applicaties parallel worden ingezet, bijv. PowerPoint, SMARTboard en Maple. Wat vind jij van het parallel gebruik van verschillende applicaties in de vier kwadranten?

De wiskunde colleges werden vermoedelijk coherent en begrijpelijker voor de studenten met deze nieuwe doceromgeving. We nemen aan dat de parallelle presentatie van de stelling naast de volledige uitwerking en de demonstratie met behulp van Maple helpen voor het totale begrip. In

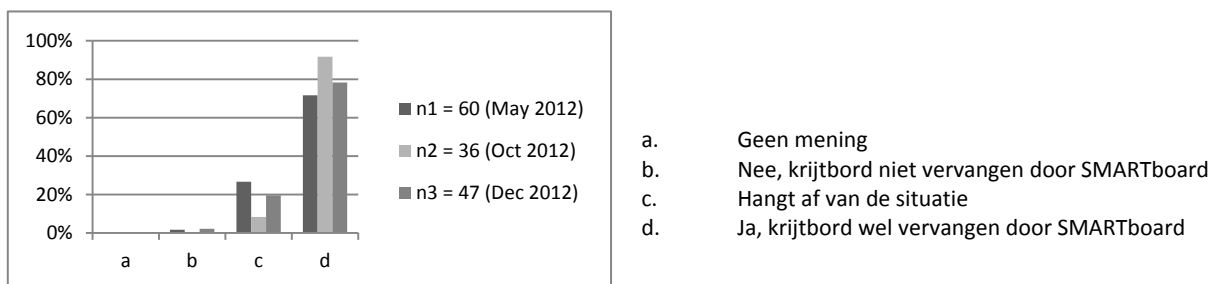
ieder geval zijn de studenten positief, niemand heeft “niet goed” geantwoord. De vier kwadranten met evenzovele videosignalen scoorden bijna 99 procent positief. Het brengt hoorcolleges daarmee naar een volgend niveau.



Figuur 9: Parallel geprojecteerde videosignalen

4.1.6 Vraag 6: Wat is jouw mening over een mogelijke vervanging van het krijtbord door het SMARTboard?

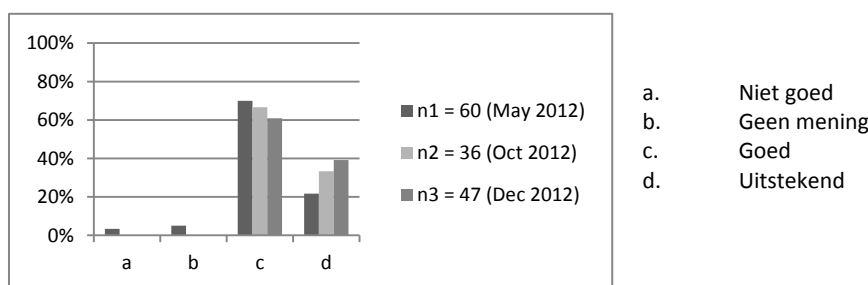
Een reeds jarenlange discussie is gaande over de vervanging van krijtborden. Wetenschappelijke docenten zijn aanhoudende gebruikers omdat er nog geen serieuze alternatieven bestaan voor krijtborddidactiek. De bedoeling van deze vraag was om een gevoel te krijgen hoe studenten denken over de vervanging van het krijtbord door het SMARTboard met vier parallelle videosignalen. Uit de resultaten blijkt dat studenten de nieuwe installatie hogelijk waarderen.



Figuur 10: Krijtbord of SMARTboard

4.1.7 Vraag 7: Wat vind jij op dit moment van de kwaliteit van het onderwijs als dit wordt gegeven met een opstelling zoals in deze zaal (SMARTboard in combinatie met vier kwadranten)?

Onderwijskwaliteit is lastig te vatten in een eenduidige definitie. Toch werd de persoonlijke mening van de studenten gevraagd over de continue presentatie van de naast elkaar gepresenteerde videosignalen in combinatie met het SMARTboard. Opvallend is de uitermate positieve response. Sinds de aanpassing van kleuren en projectoren in de zomer van 2012 antwoordt iedereen met “goed” of “perfect”.



Figuur 11: Kwaliteit van Onderwijs

5 Conclusie

Een mobiel interactief SMARTboard en een vier-kwadranten display met aanvullende software is in een collegezaal van de TU Delft in gebruik sinds april 2012. Met behulp van de parallelle videosignalen wordt het schrijfpoppervlak van bestaande virtuele krijtborden vergroot en is de fysieke afmeting van het SMARTboard niet langer een beperking. De elektronische representatie van witte karakters op een zwarte achtergrond levert zeer leesbare beelden op onafhankelijk van de grootte van de collegezaal.

Twee wiskundigen hebben intensief gebruik gemaakt van de nieuwe installatie voor hun colleges voor grotere groepen studenten van de faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek en Technische Materiaalwetenschappen.

Over het algemeen is niet meer dan een half uur nodig om wegwijs te geraken op het systeem. Het moeilijke werk zit in de afweging welk cursusmateriaal op welk moment wordt getoond. De nieuwe didactiek kost de docent veel denkwerk vooraf en energie tijdens het college. Met vier signalen parallel moet het getoonde materiaal in de kwadranten een juiste relatie met elkaar hebben en houden. Zonder twijfel is dat de grootste uitdaging voor docenten die dit systeem in de nabije toekomst willen inzetten. Nu de wiskundedocenten J.G. Maks en I.A.M. Goddijn gewend zijn aan de nieuwe situatie willen ze niet meer terug naar een situatie zonder de mogelijkheden van SMARTboard en parallelle presentatie.

Drie onderwijsperioden hebben nu al tot een succes geleid. De beeldkwaliteit van de doceromgeving was direct na de eerste periode op orde gebracht door het veranderen van de kleuren en het aanbrengen van een andere projectie. Sinds die tijd is het algemene gevoel positief geworden en hebben docenten gevraagd of in andere onderwijszalen ook een dergelijke installatie kan worden aangebracht. Wellicht gaan drie tot vijf andere zalen op eenzelfde wijze geconfigureerd worden. Maar eerst moeten de technische specificaties van de betreffende zalen bestudeerd worden voor een optimale implementatie. Het experiment gaat dus voort.

6 Discussie

We geloven dat de introductie van nieuwe technologie met kleine maar gestructureerde stappen moet gebeuren. Als eerste worden “innovators” en “early adopters” aangezocht om het systeem te verkennen in een pilotproject [5]. Op die wijze kunnen tekortkomingen van het systeem worden geïnventariseerd, storingen worden verholpen en wensen van de gebruikers in kaart gebracht, voordat verdere implementatie wordt overwogen.

Als tweede moet het betreffende systeem zo laagdrempelig mogelijk worden geïntroduceerd [6]. Zodoende zijn de meeste functies van Notebook verstopt achter de menubalk. De bediening van het SMARTboard richt zich nu nog op “write”, “select” en “erase”. Onze casestudies hebben laten zien dat docenten alleen functionaliteiten inzetten als zij die nodig denken te hebben. Eén docent ging bijvoorbeeld meerdere kleuren gebruiken om belangrijke onderdelen te accentueren. Ook werden wiskundige objecten zoals matrices met behulp van copy-paste van het ene in het andere kwadrant overgenomen als deze opnieuw moesten worden gebruikt. In de toekomst zouden docenten van meer geavanceerde functies gebruik kunnen gaan maken, zoals het exporteren van de notities naar

PDF zodat deze op Blackboard gedistribueerd kunnen worden, of wellicht het delen van bestanden met symbolen, diagrammen, tekeningen, ontwerpen, collecties, etc.

Ten derde is het interessant om ook krijtschrijvers van andere domeinen aan te spreken. Het gelijktijdig presenteren van meerdere applicaties biedt didactisch nieuwe mogelijkheden. Hoe zouden natuurkundigen, mechanici of hydrodynamici deze installatie gebruiken voor hun vak. Een continue evaluatie is daarvoor op zijn plaats.

Ten vierde wordt het creëren van virtueel remediërend materiaal gemakkelijker als een dergelijke doceromgeving gemeengoed wordt. Online materiaal fabriceren voor bijvoorbeeld Open Course Ware wordt dan steeds gemakkelijker.

Ten vijfde, als dit soort gecombineerde AV-ICT installaties op een grotere schaal worden toegepast in een organisatie als de onze (TU Delft), dan is een gepaste ondersteuning noodzakelijk. De combinatie van AV en ICT, die in dit soort installaties cruciaal is, vraagt om een ondersteunende dienst waarbinnen parate kennis van beide domeinen aanwezig is.

Referenties

- [1] Fischer & Rogal (1986). Eye-hand-coordination. A reaction time study. Biological Cybernetics.
- [2] Biguer, Jeannerod & Prablanc (1982). Coordination of eye, head and arm movements. Experimental Brain Research.
- [3] Width-to-Height Ratio of Written Chalkboard Characters. Retrieved from (<http://www.hf.faa.gov/Webtraining/VisualDisplays/text/size1a.htm>)
- [4] Written Character height on the Chalkboard versus Distance. Retrieved from (<http://www2.edfac.usyd.edu.au/staff/reidd/EDTECH/boards.html>)
- [5] Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovation. New York, Free Press.
- [6] DeSanctis, G. and M. S. Poole (1994). "Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptive Structuration Theory." Organization Science 5(2): 139 - 145.

Woord van dank

De auteur wil zijn dank betuigen aan de bereidwillige en enthousiaste wiskundedocenten:

1. Dr. ir. J.G. Maks
Delft Institute of Applied Mathematics
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Mathematics
Delft University of Technology
The Netherlands
Email: j.g.maks@tudelft.nl
2. Drs. I.A.M. Goddijn
Delft Institute of Applied Mathematics
Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Mathematics
Delft University of Technology
The Netherlands
Email: i.a.m.goddijn@tudelft.nl