

DocentPraktijken in ICT-rijk wiskundeonderwijs *Onderzoeksrapport*

8 maart 2013

Kennisnet



Colofon

Auteurs: P. Drijvers, S. Tacoma, A. Besamusca, M. Doorman & P. Boon
© 2013 Freudenthal Instituut voor didactiek van wiskunde en natuurwetenschappen
Universiteit Utrecht, Postbus 9432, 3506 GK Utrecht
p.drijvers@uu.nl

Dit onderzoek is uitgevoerd met financiering van Stichting Kennisnet in het kader van het onderzoeksprogramma Kennis van Waarde Maken (project no. C/OZK/2131).

INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting	5
1. Probleemstelling en opdracht.....	7
1.1 Wat is het probleem?	7
1.2 Opdracht en onderzoeksvragen	8
1.3 Onderzoeksrapportage.....	9
2. Theoretisch kader	11
2.1 Instrumentele orkestratie	11
2.2 Het TPACK-model	12
2.3 Communities of Practice en documentaire genese	13
3. Onderzoeksopzet	15
3.1 Het onderzoek in vogelvlucht.....	15
3.2 Deelnemende docenten	15
3.3 Ontwerp van lessenseries, netwerkbijeenkomsten en platform.....	16
3.4 Instrumentontwikkeling	18
3.5 Dataverzameling.....	18
3.6 Data-analyse.....	19
4. Resultaten docentpraktijken.....	23
4.1 Geobserveerde docentpraktijken	23
4.2 Passendheid docentpraktijken	25
4.3 Haalbaarheid docentpraktijken.....	27
4.4 Attitudes van docenten ten aanzien van ICT	29
4.5 Conclusie docentpraktijken	30
5. Ontwikkeling en rol van de community	33
5.1 Professionele ontwikkeling	33
5.2 Betrokkenheid	35
5.3 Gedeeld repertoire.....	36
5.4 Conclusie	37
6. Conclusie en aanbeveling.....	39
6.1 Conclusies.....	39
6.2 Terugblik en aanbeveling	40
Referenties	45
Bijlagen.....	47
Bijlage 1 Deelnemende scholen	47
Bijlage 2 Instrumenten	48
Bijlage 3 Overzicht van data.....	58
Bijlage 3 Overzicht van data.....	58
Bijlage 4 Codeboek.....	59
Bijlage 5 Publicatieplan	62

SAMENVATTING

De potentie van ICT om onderwijs efficiënter, effectiever en motiverender te maken wordt vandaag de dag breed erkend. Desondanks blijft de daadwerkelijke integratie van technologie in de praktijk van het wiskundeonderwijs achter bij de verwachtingen. Cruciaal voor een grootschalige en succesvolle implementatie in de wiskundeles zijn de zogeheten mid-adopters, die niet voorop lopen in vernieuwingen, maar bij hun eerste schreden op dit pad overtuigd en ondersteund moeten worden. De vraag is welke professionele ontwikkeling deze docenten doormaken bij de integratie van ICT in hun onderwijs en hoe ondersteuning hierbij vorm kan krijgen.

Om deze kwestie te onderzoeken, is een literatuurstudie uitgevoerd die heeft geleid tot de formulering van onderzoeksvragen en van een geschikt theoretisch kader. De onderzoeksvragen luiden:

1. Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?
2. Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundedocenten in een collegiale community leiden?

Het theoretisch kader van het onderzoek wordt gevormd door verschillende theoretische perspectieven. Ten eerste wordt het idee van instrumentele orkestratie gebruikt om de docentpraktijken in kaart te brengen. Het TPACK-model biedt een manier om de kennis en vaardigheden te beschrijven die docenten hierbij gebruiken. De noties van Community of Practice en documentaire genese worden gehanteerd om de invloed van de community op de professionele ontwikkeling van de deelnemende docenten te onderzoeken.

In het onderzoek is een community opgezet die bestaat uit twaalf mid-adopting wiskundedocenten, een viertal onderzoekers en twee masterstudenten. De deelname aan het project behelsde voor de docenten de uitvoering van een drietal ICT-rijke lessenseries in hun eigen klas 2 havo/vwo en de participatie in een vijftal face-to-face netwerkbijeenkomsten van drie uur elk en in de virtuele communicatie binnen de community via een Moodle-omgeving. De drie lessenseries betroffen de onderwerpen meetkunde, lineaire vergelijkingen en kwadratische vergelijkingen en werden uitgevoerd aan de hand van drie hoofdstukvervangende online modules die door de onderzoekers zijn ontwikkeld in de Digitale WiskundeOmgeving (DWO). Gedurende het project zijn verschillende typen data verzameld, waaronder lesobservaties, zelfrapportage van lessen middels blogs, attitudes middels vragenlijsten, eindeffecten middels een post-projectvragenlijst en leereffecten van leerlingen middels toetsresultaten. Data-analyse vond plaats via een daartoe ontwikkeld codeboek en met behulp van software voor kwalitatieve data-analyse.

Het resultaat met betrekking tot de eerste onderzoeksvraag is dat de docentpraktijken zich ontwikkelen van een technologische gerichtheid naar een meer wiskundig-pedagogische oriëntatie. Docenten verwerven in het project de benodigde kennis en vaardigheden, voornamelijk op het gebied van technologie. Over de leereffecten van de lessenseries zijn de docenten redelijk tevreden, terwijl de toetsresultaten geen duidelijk verschil geven met die van de reguliere situatie, zij het dat de verschillen tussen leerlingen iets groter lijken te worden.

Het resultaat met betrekking tot de tweede onderzoeksvraag is dat docenten rapporteren dat ze veel geleerd hebben van deelname aan het project en dat met name hun zelfvertrouwen in het

gebruik van ICT in de les en hun vermogen om technologische problemen op te lossen zijn toegenomen. Ook zijn de docenten beter in staat om de voor- en nadelen van ICT-gebruik onder ogen te zien en om in hun onderwijs de inzet van ICT te combineren met die van de papieren wiskundemethode. De mate waarin de participatie in de community deze ontwikkeling heeft bevorderd, is niet helemaal duidelijk. Docenten geven aan de uitvoering van de lessenseries in hun eigen klassen zeer nuttig te vinden, alsook de uitwisselingen hierover met collega's in de face-to-face netwerkbijeenkomsten. Ook maken de observaties het ontstaan van een gedeeld repertoire aan docentpraktijken zichtbaar. De virtuele uitwisseling via de Moodle-omgeving heeft echter slechts beperkt plaatsgevonden en is door de docenten als weinig zinvol ervaren.

Uit deze bevindingen concluderen we dat deelname aan het DPICT-project, ondanks de beperkingen, voor docenten tot een professionele ontwikkeling heeft geleid die als positief is ervaren. Als gevolg hiervan gebruikt een aantal van de deelnemende docenten ook in het schooljaar na afloop van het project ICT in hun lessen. In deze zin is DPICT als project voor de deelnemende docenten geslaagd en vormt het een 'proof of existence' waaruit blijkt dat een dergelijk traject mid-adopters kan helpen ICT in hun lessen te integreren. Cruciale succesfactoren zijn de grote toewijding van de deelnemers, onder andere vanwege de financiële steun aan scholen, het feit dat docenten in tweetallen deelnamen, de beschikbaarheid van kwalitatief goede online modules, en de gedeelde ervaringen onder deelnemers door dezelfde lessenseries uit te voeren. Ook de grote eigen inbreng en goede samenwerking met onderzoekers hebben aan het effect van DPICT bijgedragen. Minder succesvol waren de virtuele communicatie en praktische aspecten zoals de soms gebrekkige ICT-voorzieningen op scholen en de reistijd voor docenten. Verder wordt het betreurd dat DPICT voor de deelnemers geen vervolg heeft en dat het project te kort was om docenten te betrekken in het ontwerpen van digitaal lesmateriaal.

Deze overwegingen leiden tot de volgende *aanbeveling* voor de professionalisering van mid-adopters op het gebied van ICT in het onderwijs:

Implementeer professionaliseringstrajecten 'ICT in de klas' die zich richten op mid-adopters en die volgens het DPICT-model worden opgezet.

Vanzelfsprekend verdienen hierbij de zwakke punten uit DPICT bijzondere aandacht. In navolging van andere landen kan teleconferencing sterker worden ingezet in de professionalisering van docenten. Hierdoor kunnen frequente korte uitwisselingen plaatsvinden tussen deelnemers en wordt de in DPICT ervaren kloof tussen face-to-face en online communicatie verkleind. Ook zou een gedifferentieerd professionaliseringsaanbod kunnen worden opgezet, waarin ook het ontwerpen van online content aan de orde komt. Samenwerking hierin met bètasteunpunten, het Platform Bètatechniek en het Platform Wiskunde Nederland ligt hierbij voor de hand.

1. PROBLEEMSTELLING EN OPDRACHT

1.1 Wat is het probleem?

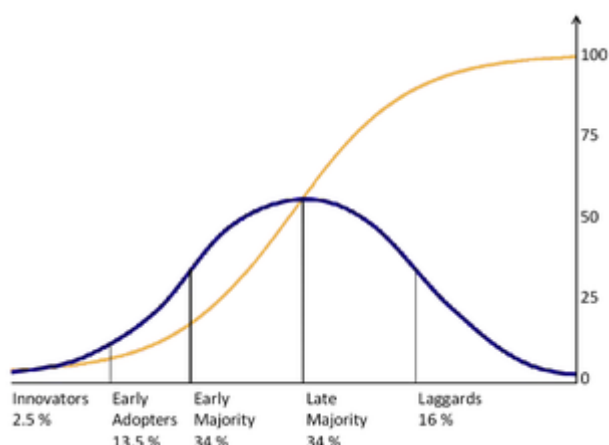
De potentie van ICT om onderwijs efficiënter, effectiever en motiverender te maken wordt vandaag de dag breed erkend. Specifiek voor het wiskundeonderwijs heeft de NCTM, de Amerikaanse National Council for Teachers of Mathematics haar standpunt ten aanzien van ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs als volgt geformuleerd.

Technology is an essential tool for learning mathematics in the 21st century, and all schools must ensure that all their students have access to technology. Effective teachers maximize the potential of technology to develop students' understanding, stimulate their interest, and increase their proficiency in mathematics. When technology is used strategically, it can provide access to mathematics for all students. (NCTM 2008, p. 1)

In eigen land benadrukt de vernieuwingscommissie cTWO in haar visiedocument 'Rijk aan betekenis' eveneens het belang van ICT in de nieuwe wiskundeprogramma's:

In samenleving en beroepspraktijk heeft informatie- en communicatietechnologie (ICT) een steeds grotere plaats, die het onderwijs niet kan en mag negeren. (cTWO 2007, p. 39)

Ondanks deze breed gedeelde erkenning van het belang van ICT voor onderwijs blijft de daadwerkelijke integratie van technologie in de praktijk achter bij de veelal hoge verwachtingen. Uit de 'Vier in balans monitor 2011' blijkt dat met name in het voortgezet onderwijs docenten vrij weinig tijd besteden aan onderwijs met de computer (Ten Brummelhuis & Van Amerongen 2011). De cruciale en kritische factor in dit traag verlopende integratieproces is de docent; cruciaal omdat de manier waarop de docent ICT in het onderwijs gebruikt grote invloed heeft op het leren van de leerlingen en kritisch omdat docenten die weinig affiniteit, ervaring of expertise hebben ten aanzien van de inzet van ICT dit vooralsnog eenvoudig kunnen vermijden.



Figuur 1 De diffusie van innovatie curve (Rogers 1983, http://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion_of_innovations)

Ten Brummelhuis (2011) verwijst in dit verband naar het adoptiemodel van Rogers (zie figuur 1), waarin behalve innovators en 'early adopters' ook een 'early majority' en een 'late majority' worden onderscheiden. Deze twee middencategorieën, die we samen de mid-adopters noemen, zijn doorslaggevend voor een succesvolle implementatie. Ten Brummelhuis vergelijkt het innovatieproces rond ICT in het onderwijs dan ook met de voortbeweging van een rups, die het lange middenlijf moet meenemen om werkelijk vooruit te gaan.

Dit model is ook van toepassing op de populatie van wiskundedocenten in Nederland. Een aantal van hen is zeer actief geweest in het ontwerpen van vernieuwend onderwijs en onderwijsmateriaal waarin ICT een grote rol speelt. Denk bijvoorbeeld aan de activiteiten rond Wisweb+ en Wikiwijs. Dit zijn de innovators en de 'early adopters', die een kleine groep vormen. Deze docenten kenmerken zich doordat ze graag voorop lopen, goed bestand zijn tegen technische of inhoudelijke problemen waarmee ze worden geconfronteerd en met groot enthousiasme en inzet eventuele obstakels overwinnen.

Voor een meerderheid van wiskundedocenten, de mid-adopters, gelden deze eigenschappen echter niet. Docenten uit deze groep zijn minder ervaren en minder bevoegen als het gaat om de inzet van ICT in de wiskundeles, hebben behoefte aan beproefde leerarrangementen, en zijn zoekende naar handelingspraktijken en didactieken om deze materialen effectief en efficiënt in de les in te zetten. Voor een daadwerkelijke en grootschalige implementatie van ICT in de wiskundeles is het essentieel dat deze mid-adopters worden ondersteund in een proces van professionalisering dat hen hiervoor equipeert.

Het probleem waar deze studie zich dan ook op richt, is hoe 'mid-adopting' wiskundedocenten in het voortgezet onderwijs kunnen worden betrokken bij de integratie van ICT in het wiskundeonderwijs en kunnen worden ondersteund in het bijbehorende proces van professionele ontwikkeling.

1.2 Opdracht en onderzoeksvragen

De hierboven geschetste problematiek heeft geleid tot een opdracht van Kennisnet aan het Freudenthal Instituut om onderzoek uit te voeren getiteld 'DocentPraktijken in ICT-rijk wiskundeonderwijs', afgekort tot DPICT. Dit onderzoek maakt deel uit van het programma 'Kennis van Waarde Maken' (project no. C/OZK/2131).

Op basis van literatuurstudie en theoretische overwegingen is het probleem van de betrokkenheid en ontwikkeling van mid-adopting wiskundedocenten uitgewerkt in de volgende twee onderzoeksvragen.

1. Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?
2. Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundedocenten in een collegiale community leiden?

In de eerste onderzoeksvraag geven de woorden 'docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles' aan dat het onderzoek zich op mid-adopters richt. Voor 'online leeractiviteiten' is gekozen omdat deze zowel op school als thuis eenvoudig toegankelijk zijn en geen installatie op school vragen. Voor mid-adopters is het immers van groot belang geen onnodige barrières op te roepen. Om het monitoren van leerlingenwerk mogelijk te maken, dient de online omgeving zowel antwoorden als strategieën van leerlingen op te slaan.

1.3 Onderzoeksrapportage

Dit rapport beschrijft de werkwijze en bevindingen van het DPICT onderzoek. De twee hierboven genoemde onderzoeksvragen verraden een theoretische oriëntatie die wordt uitgelegd en toegelicht in het tweede hoofdstuk. Het derde hoofdstuk beschrijft de opzet en methodologie van de studie. Hoofdstukken 4 en 5 bespreken de resultaten voor wat betreft elk van de onderzoeksvragen. Het laatste hoofdstuk bevat conclusies, aanbevelingen en discussiepunten. Het rapport sluit af met een aantal bijlagen die een gedetailleerder beeld geven van het onderzoek.

2. THEORETISCH KADER

In dit hoofdstuk wordt het theoretisch kader beschreven, dat gebaseerd is op literatuurstudie die in de beginfase van het onderzoek is uitgevoerd, en dat de opzet en uitvoering van het onderzoek in hoge mate heeft gestuurd. Achtereenvolgens komen de drie belangrijkste theoretische perspectieven aan de orde, namelijk instrumentele orkestratie, het TPACK-model en de noties van de Community of Practice en documentaire genese. Tot besluit heroverwegen we de onderzoeksvragen vanuit deze invalshoeken.

2.1 *Instrumentele orkestratie*

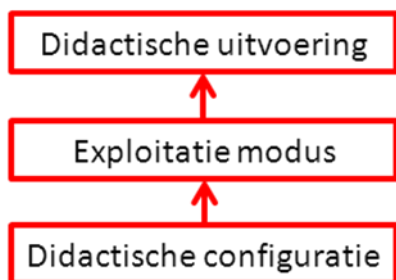
Een onderzoek dat zich richt op de ontwikkeling van passende en haalbare docentpraktijken in ICT-rijk wiskundeonderwijs heeft een kader nodig om dergelijke praktijken te beschrijven en te analyseren. Daartoe leent zich het orkestratiemodel. Het idee van instrumentele orkestratie is ontstaan uit de zogeheten instrumentele benadering van het gebruik van tools. Volgens deze benadering mediëren artefacten menselijke activiteit voor het uitvoeren van bepaalde taken (Trouche 2004; Drijvers 2007). Om de rol te beschrijven van de docent in het vormgeven van het leerproces van leerlingen, zowel ten aanzien van het gebruik van ICT als van de vakinhoud, gebruikt Trouche (2004) de metafoer van de docent als arrangeur of dirigent van de verschillende 'instrumenten' in de klas. Een instrumentele orkestratie is omschreven als de intentionele en systematische organisatie van de verschillende artefacten die deel uitmaken van de – in dit geval ICT-rijke - leeromgeving (Drijvers & Trouche 2008, p. 378). Zo'n instrumentele orkestratie bestaat uit drie elementen of lagen: een didactische configuratie, een exploitatiemodus, en een didactische uitvoering (Drijvers, Doorman, Boon, Reed, & Gravemeijer 2010).

Een didactische configuratie is een arrangement van de artefacten in de omgeving, dus de configuratie van de onderwijssetting en de artefacten die daarin een rol spelen. In de muzikale metafoer van orkestratie kan het opzetten van de didactische configuratie worden vergeleken met het kiezen van de instrumenten van het ensemble, en de opstelling ervan in de ruimte zodat de muziek het beste zal klinken.

Een exploitatiemodus is een manier waarop de docent besluit de didactische configuratie te gebruiken voor de realisatie van zijn didactische doelen. Dit omvat bijvoorbeeld de manier waarop een taak wordt geïntroduceerd bij de leerlingen, de verschillende rollen die de artefacten kunnen spelen, en de beoogde schema's en technieken die de leerlingen ontwikkelen. In termen van de orkestratiemetafoer kan de exploitatiemodus worden vergeleken met het bepalen van de partijen die elk van de instrumenten gaat spelen, met daarbij natuurlijk de totale uitvoering voor ogen.

Een didactische uitvoering heeft betrekking op de ad hoc beslissingen die een docent tijdens het onderwijs neemt over de actuele uitvoering in de gekozen configuratie en exploitatiemodus; welke vraag nu te stellen, hoe recht te doen aan een opmerking van een leerling, hoe om te gaan met een onverwacht wiskundig of technologisch probleem, dat type vragen. In de orkestratiemetafoer kan de didactische uitvoering worden vergeleken met de uitvoering, het concert, waarin uit het samenspel tussen dirigent en muzikanten de haalbaarheid van de didactische intenties moet blijken.

Figuur 2 geeft de gelaagdheid van het orkestratiemodel weer, waarbij we opmerken dat voor het doel van dit onderzoek vooral de lagen van didactische configuratie en exploitatiemodus zijn gebruikt.



Figuur 2 Het orkestratiemodel

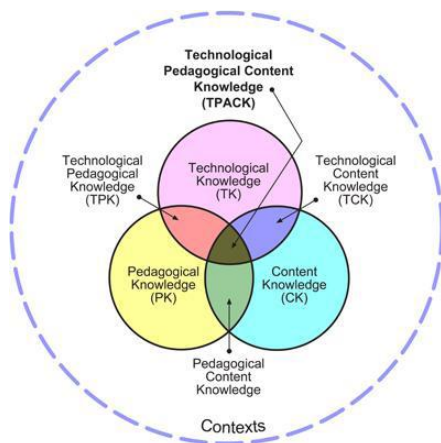
In eerder onderzoek naar de inzet van applets in havo en vwo heeft het gebruik van het orkestratiemodel geleid tot de beschrijving van een aantal klassikale orkestraties, die enerzijds ICT-specifiek zijn en anderzijds parallellen vertonen met bekende praktijken uit het traditionele onderwijs zonder ICT (Drijvers, Doorman, Boon, Reed, & Gravemeijer 2010; Drijvers 2012). In het hier gerapporteerde onderzoek vormt deze identificatie de basis voor het analyseren en beschrijven van docentpraktijken. Daarnaast heeft het orkestratiemodel een rol gespeeld in het bespreken van docentpraktijken binnen de community van docenten.

Als alternatief voor het orkestratiemodel is ook het practitioner model overwogen (Ruthven 2007; Ruthven & Hennessy 2002; Ruthven, Deane & Hennessy 2009). Dit model heeft tot doel docentpraktijken en succesfactoren te identificeren. Hoewel het zeker potentie heeft, leek de concrete toepassing voor de data-analyse minder praktisch. Als model voor docenten leek het te complex en is het tevens niet gebruikt om te voorkomen dat de deelnemende docenten overladen zouden worden met modellen.

2.2 Het TPACK-model

Voor het in kaart brengen van de kennis en vaardigheden waarover docenten moeten beschikken om de gekozen orkestraties te kunnen hanteren, wordt het zogeheten TPACK-model gebruikt. TPACK staat voor Technological Pedagogical Content Knowledge en omvat het geheel aan kennis dat docenten nodig hebben om ICT op een verantwoorde manier te integreren in hun eigen specifieke onderwijspraktijk. Het is een uitbreiding van het oudere concept van pedagogical content knowledge (PCK), dat het samenhangende systeem van vakinhoudelijke (in ons geval: wiskundige) en vakdidactische en pedagogische kennis en vaardigheid betreft. Door de behoefte ook technologische kennis hierin een plaats te geven, is het idee van TPACK ontstaan (zie bijvoorbeeld Koehler & Mishra 2009; Voogt 2008). Figuur 3 schetst de samenhang tussen de verschillende componenten van professionele kennis en vaardigheden, waarvan TPACK de doorsnede vormt.

Het TPACK-model is een eenvoudig en toegankelijk model. Tegelijkertijd wordt het bekritiseerd vanwege de ambiguïteit en onduidelijkheid van de constructdefinities en de manier waarop de constructen samenhangen (Cox & Graham 2009; Graham 2011; Voogt, Fisser, Pareja Roblin, Tondeur & Van Braak 2012). Dit betreft vooral de doorsnedes in het TPACK diagram, dus de PCK, TCK, TPK en TPACK-categorieën (Ruthven in druk).



Figuur 3 Het TPACK-model (Koehler & Mishra 2009, www.tpack.org)

Ondanks deze vaak terechte punten van kritiek kan het TPACK-model gebruikt worden om de kennis en vaardigheden in kaart te brengen die docenten gebruiken in hun praktijken. Tevens kan het model zoals afgebeeld in figuur 3 bevorderen dat docenten zich een beeld vormen van hun eigen professionele kennis en vaardigheid, als ook van de mogelijke hiaten en ontwikkelingen hierin.

2.3 *Communities of Practice en documentaire genese*

In zijn boek benadrukt Wenger (1998) de noodzaak van gezamenlijk leren. Dit gezamenlijke leren leidt tot:

“... practices that reflect both the pursuit of our enterprises and the attendant social relations” (Wenger 1998, p. 45).

Een gemeenschap waarin deze praktijken centraal staan kan worden gedefinieerd als een Community of Practice. Dergelijke gemeenschappen kunnen worden beschreven met behulp van drie dimensies: wederzijdse betrokkenheid, een gezamenlijke onderneming en een gedeeld repertoire. De eerste dimensie, de wederzijdse betrokkenheid, is een belangrijke voorwaarde voor het goed functioneren van een Community of Practice. Deelnemers moeten zich betrokken voelen bij deze gemeenschap en er het belang van inzien. Deze betrokkenheid geeft de deelnemers het gevoel dat ze thuishoren in de gemeenschap.

De tweede dimensie, de gezamenlijke onderneming, zorgt voor een gevoel van samenhang binnen de gemeenschap: men heeft immers een gedeeld doel. Het is van belang dat alle deelnemers een bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van het doel van de onderneming, dat ze dit doel niet alleen vanuit eigen perspectief uitvoeren, en dat er tussen de deelnemers een gevoel is van wederzijdse verantwoordelijkheid. Vanuit het perspectief van de mid-adopters die aan het DPECT-project deelnemen, is de gezamenlijke onderneming de deelname aan het project en in het bijzonder het leren inzetten van ICT door het uitvoeren van drie ICT-rijke lessenseries.

De derde dimensie, het gedeelde repertoire, is het resultaat van de verschillende activiteiten die worden uitgevoerd om het doel van de gemeenschap te bereiken. De opbouw en ontwikkeling van dit gedeelde repertoire kan worden omschreven als een proces van ‘Community Documentational Genesis’ (Gueudet & Trouche 2012). Dit is een collectieve vorm van de individuele documentaire genese (Gueudet & Trouche 2009). Documentaire genese staat voor het proces waarmee een individu gebruiksschema’s ontwikkelt rond beschikbare hulpmiddelen of bronnen, waardoor een zogeheten document ontstaat. Dit proces is dynamisch en cyclisch. Wanneer we documentaire genese beschouwen binnen een Community of practice spreken we van Community Documentational Genesis. Het resultaat van dit proces is gemeenschappelijke

documentatie: een repertoire van gedeelde documenten in de vorm van hulpmiddelen, kennis en praktijken (Sabra 2011).

In deze studie worden deze drie dimensies van de community of practice gebruikt om de professionele ontwikkeling van de docent te verbinden met en te verklaren uit de deelname in de professionele community.

2.4 De onderzoeksvragen opnieuw

Vanuit de hierboven geschetste theoretische perspectieven kunnen we de twee onderzoeksvragen opnieuw interpreteren. De eerste daarvan richt zich op de docentpraktijken en luidt:

Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?

Om de vraag 'op welke manieren' te beantwoorden, worden docentpraktijken geïnventariseerd, die worden beschreven in termen van het orkestratiemodel. 'Passend en haalbaar' slaan op het leren en het onderwijzen. 'Passend' houdt in dat het onderwijs in het betreffende onderwerp tot leerresultaten van leerlingen leidt. 'Haalbaar' vatten we op in termen van het TPACK-model: een praktijk is haalbaar als deze een niet te groot beroep doet op de technologische, pedagogische en vakinhoudelijke vaardigheden van de docent. Naar verwachting zullen docentpraktijken ontstaan die verband houden met praktijken die docenten hanteren in hun reguliere onderwijs en die samenhangen met hun attitudes ten aanzien van wiskundeonderwijs en ICT (Drijvers, Doorman, Boon, Reed, & Gravemeijer 2010). Daarnaast is de verwachting dat het repertoire aan docentpraktijken toeneemt in de loop van de interventie.

De tweede onderzoeksvraag is gericht op het leren van docenten in een community van beroepsgenoten en luidt:

Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundedocenten in een collegiale community leiden?

Ook in deze vraag gaat het met name om mid-adopters. Het idee van de collegiale community steunt op de theorie die beschreven is in sectie 2.3. In dit geval is de collegiale community de groep van betrokken docenten en onderzoekers, die elkaar regelmatig in bijeenkomsten ontmoeten, maar daarnaast ook contact hebben via een virtueel platform. De drie dimensies van betrokkenheid, gezamenlijke onderneming en gedeeld repertoire zijn bepalend voor het succes van zo'n collegiale community. Bij het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag zullen deze dimensies dan ook als uitgangspunt worden gebruikt.

De term 'participatie' kan worden gekoppeld aan de wederzijdse betrokkenheid van docenten, waarmee de actieve deelname wordt bedoeld in zowel de face-to-face bijeenkomsten van de community als de online voorzieningen. De 'inzet van ICT' is de gezamenlijke onderneming die wordt gevormd door de gezamenlijke behandeling van de modules in de DWO. De 'professionele ontwikkeling' van de docenten komt naar voren in ontwikkeling van eigen en gedeeld repertoire. Deze ontwikkeling zal worden beschreven aan de hand van de ideeën en meningen die docenten tentoon spreiden tijdens het project.

De uitwisseling met collega's, de reflectie die wordt bewerkstelligd door de zelfrapportages, en de feedback van de onderzoekers zullen naar verwachting leiden tot bewustwording van het eigen handelen, tot uitbreiding van het repertoire van docentpraktijken, en tot toenemend zelfvertrouwen in het hanteren van ICT in de eigen lessen.

3. ONDERZOEKSOPZET

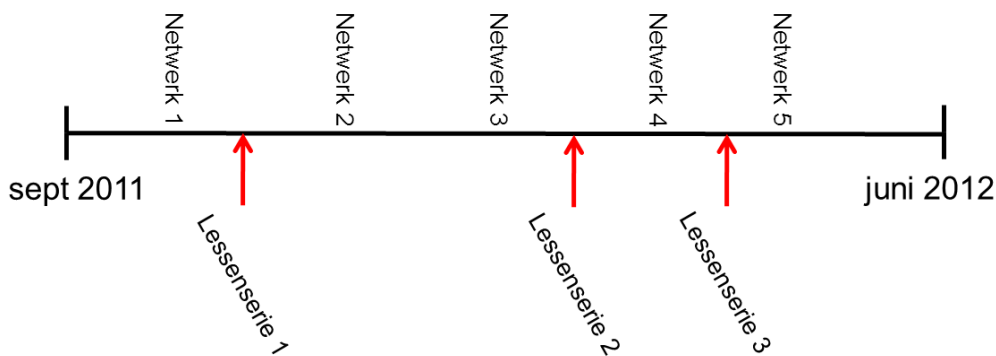
In dit hoofdstuk worden de opzet en de methodologie van het onderzoek beschreven.

3.1 *Het onderzoek in vogelvlucht*

Het onderzoek kan worden gekenschetst als een case study (Yin 2003). De casus bestaat in dit geval uit een community van twaalf mid-adoption wiskundedocenten, een viertal onderzoekers en twee masterstudenten. Voor de docenten behelst deelname aan het project de volgende onderdelen:

- Participatie in een vijftal face-to-face netwerkbijeenkomsten van drie uur elk;
- Uitvoering van een drietal ICT-rijke lessenseries in hun eigen klas 2 havo/vwo;
- Deelname aan de virtuele communicatie binnen de community via een Moodle-omgeving.

Figuur 4 geeft schematisch het arrangement van de drie lessenseries en de vijf netwerkbijeenkomsten gedurende het schooljaar 2011-2012 weer. Het onderzoek als geheel besloeg de periode januari 2011 – november 2012.



Figuur 4 Globale tijdlijn van de projectperiode voor de deelnemende docenten

Hieronder worden de volgende facetten van de onderzoeksopzet nader besproken: de werving, selectie en facilitering van deelnemende docenten, het ontwerp van de lessenseries, netwerkbijeenkomsten en digitaal platform, de instrumentontwikkeling, de dataverzameling en de data-analyse.

3.2 *Deelnemende docenten*

In het voorjaar van 2011 is de werving voor DPIC T gestart via advertenties (in Euclides, Nieuwe Wiskrant, wiskunde-brief en op de website van het Freudenthal Instituut), berichten via e-maillijsten van diverse projecten, aankondigingen in lezingen en presentaties, flyers in conferentiematerialen, et cetera. Dit heeft geleid tot een groot aantal reacties en vragen om informatie, veelal via e-mail. Op basis daarvan zijn scholen uitgenodigd hun belangstelling kenbaar te maken via een vooraanmeldingsformulier op de website <http://www.fisme.science.uu.nl/dpict/>. In de communicatie is duidelijk gemaakt dat het onderzoek zich richt op mid-adopters, over welke infrastructuur de scholen dienen te beschikken, welke middelen daar tegenover staan, en hoe het interventieschema en de gang van zaken binnen het onderzoek zullen zijn. Er hebben zich veertien scholen via de vooraanmelding aangemeld.

Vervolgens heeft op 28 april 2011 een kennismakingsbijeenkomst plaatsgevonden, waar de belangstellende scholen met een of twee docenten aanwezig waren. Ter voorbereiding hierop hebben de scholen een conceptcontract ontvangen en zijn de doelen en taken van het project op

schrift gesteld. Tijdens de kennismakingsbijeenkomst is hierop ingegaan. Na afloop daarvan zijn scholen uitgenodigd hun vooraanmelding om te zetten in een definitieve aanmelding. De volgende criteria zijn daarbij gehanteerd:

- Per school nemen twee docenten deel, om zo te voorkomen dat deelname een te individueel karakter heeft;
- Beide docenten zijn mid-adopter, wat is gekwantificeerd door te stellen dat de docent in het schooljaar 2010-2011 in minder dan 20 uren ICT heeft gebruikt;
- Beide docenten geven gedurende het schooljaar 2011-2012 les in klas 2 havo/vwo;
- De school heeft voldoende ICT-faciliteiten om met minimaal twee klassen 2 havo/vwo drie hoofdstukvervangende lessenseries uit te voeren.

Van de veertien vooraanmeldingen hebben zich twee scholen teruggetrokken. De twaalf definitieve aanmeldingen stelden ons voor een probleem, omdat het projectplan voorziet in vijf partnerscholen. Door een herschikking in het budget is het aantal scholen verhoogd tot zes; bij gebrek aan andere criteria is deelname aangeboden aan de zes scholen die als eerste de vooraanmelding hebben ingevuld. Bijlage 1 bevat een overzicht van deze zes scholen. Met elke school is een contract afgesloten waarin staat dat de betrokken docenten elk 120 klokuren gedurende het schooljaar beschikbaar hebben voor het DPICT-project. Daar stond een vergoeding uit het DPICT-budget tegenover. Op deze manier is een groep van twaalf docenten tot stand gekomen, die samen met de vier betrokken onderzoekers en aangevuld door twee masterstudenten de community vormen.

3.3 Ontwerp van lessenseries, netwerkbijeenkomsten en platform

De drie online modules zijn ontwikkeld en worden afgespeeld in de Digitale WiskundeOmgeving (DWO)¹. De DWO is in een internationale vergelijking als zeer goed uit de bus gekomen (Bokhove & Drijvers 2010), wordt zowel op VO-scholen als door methodeontwikkelaars in Nederland op grote schaal gebruikt, en stelt lage eisen aan de technologische infrastructuur op de deelnemende scholen. Doordat alle drie de modules gebruik maken van eenzelfde DWO-interface, zal het aspect van gewenning de instrumentele genese naar verwachting bevorderen.

De drie modules hebben betrekking op vlakke meetkunde, lineaire vergelijkingen en kwadratische vergelijkingen. Deze laatste twee modules zijn ontwikkeld en beproefd in het kader van het onderwijsbepijsonderzoek 'Efficiënt wiskunde oefenen in een digitale omgeving'² en zijn op basis daarvan voor het DPICT-onderzoek gereviseerd. In de eerste, nieuwe module wordt het meetkundeprogramma Geogebra gebruikt, dat ten behoeve van de mogelijkheden voor feedback en leerlingregistratie is ingebed in de Digitale WiskundeOmgeving.

Omdat de drie modules hoofdstukvervangend zijn en de scholen twee verschillende wiskundemethodes gebruiken (Getal en Ruimte en Moderne wiskunde) zijn van twee van de drie modules twee versies gemaakt. Aangezien een van de betrokken klassen tweetalig onderwijs heeft, zijn van de modules bij Moderne wiskunde ook Engelstalige versies gemaakt. De modules zijn beschikbaar via <http://www.fisme.uu.nl/dwo/>. Figuur 5 geeft een indruk.

Er is voor gekozen om het ontwerpen van de online modules in handen van de onderzoekers te leggen, omdat zelf ontwerpen voor de mid-adoptie docenten naar verwachting een te grote belasting zou vormen. Wel hebben docenten prototypes van de modules kunnen becommentariëren, hebben ze 'kijkjes in de keuken' van de ontwerpers gekregen en hebben ze de mogelijkheid gekregen om (delen van) de digitale toetsen te ontwerpen.

¹ Zie www.fi.uu.nl/dwo

² Gehonoreerd in de regeling Onderwijsbepijsonderzoek en uitgevoerd in de periode 2009 – 2011. Zie <http://www.fisme.uu.nl/ffdw/>

Digitale Wiskunde Omgeving Freudenthal Instituut

>> Lijnen van betekenis Niet ingelogd

2. Cirkels en middelloodlijnen

Inloggen

Menu Modules

Middelloodlijnen construeren

In het scherm hiernaast is een aantal knoppen weggelaten. Je kunt nu alleen nog maar punten, lijnen, lijnstukken en cirkels tekenen. Ook hiermee kun je de middelloodlijnen in de gegeven driehoek tekenen. Het tekenen met alleen deze knoppen noemen we *construeren*. Dit is hetzelfde als tekenen met alleen maar een passer en een liniaal, en dus zonder geodriehoek.

a Teken twee cirkels met dezelfde straal, één met middelpunt A en één met middelpunt B . Zorg dat de twee cirkels elkaar in twee punten snijden en teken ook de lijn door deze twee snijpunten.

b Leg hieronder uit waarom de lijn door de twee snijpunten van de cirkels de middelloodlijn is van AB .

c Construeer ook de middelloodlijnen van BC en AC .

kijk na ✓

Pagina: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10











Score: 10 totaal: 10

Figuur 5 Geogebra-venster ingebed in de Digitale WiskundeOmgeving

Behalve online modules hebben de onderzoekers in samenspraak met de deelnemende docenten ook de netwerkbijeenkomsten ontworpen. In deze bijeenkomsten is veel aandacht besteed aan uitwisseling en discussie. Globaal gesproken stonden de volgende typen activiteiten op de agenda:

- Informatie vanuit de onderzoekers over technische en praktische zaken (gebruik DWO en Moodle), over onderliggende keuzes en ontwerpprincipes, en over theorie van en modellen voor het gebruik van ICT in de wiskundeles (bijvoorbeeld orkestratie en TPACK).
- Discussie en uitwisseling onder deelnemers, bijvoorbeeld door het bespreken van videoclips uit de lesobservaties of van blogs van deelnemers. Werkvormen waren rondetafelgesprekken, groepswork, of interviews in tweetallen.
- Verzamelen van onderzoeksgegevens, zoals het invullen van vragenlijsten of het uitwerken van interviews.

Buiten de netwerkbijeenkomsten heeft communicatie in de community plaatsgevonden via een digitaal platform dat mogelijkheden biedt voor het uitwisselen van documenten zoals lesvoorbereidingen, het bijhouden van blogs over leservaringen, en het discussiëren via een forum. Na een vooronderzoek van de mogelijkheden van diverse platforms is gekozen voor een Moodle-omgeving. Argumenten hierbij waren gebruiksvriendelijkheid, kosten en toegankelijkheid. Binnen www.fisme.uu.nl/dpict is deze omgeving ingericht. Figuur 6 geeft een indruk.

<p>1 Netwerkworkshop 1 - 13 september 2011 <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none">  Handleiding DWO  Jaarplanning  Engelstalig artikel orkestratie  Wiskrant artikel docentpraktijken 	<p>7 mei, 14:34 Paul Drijvers 8 juni symposium wiskundedidactiek meer...</p>
<p>2 Lessenserie 1: Meetkunde <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none">  Lesblogs Meetkundemodule  Docentenhandleiding meetkundemodule  Lestijden per docent  Meetkundetoets 	<p>19 apr, 11:35 Sietske Tacoma Probleem met opslaan leerlingwerk (hopelijk) opgelost meer...</p>
<p>3 Netwerkworkshop 2 - 22 november 2011 <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none">  Docentprofielen  Toelichting docentprofiel 	<p>28 feb, 13:09 Sietske Tacoma Eerste versie kwadratische vergelijkingen online meer...</p> <p>29 nov, 13:22 Sietske Tacoma Eerste versie module lineaire vergelijkingen online meer... Oudere onderwerpen ...</p>

Figuur 6 Moodle-omgeving met daarin documenten en mededelingen

3.4 Instrumentontwikkeling

In het onderzoek zijn de volgende onderzoeksinstrumenten ontwikkeld.

- Een template voor lesblogs
Voor de lesblogs die docenten binnen de Moodle-omgeving bijhouden is een template ontworpen. Het heeft tot doel de input van docenten te vereenvoudigen en te structureren. Deze structuur onderscheidt de voorbereiding, de uitvoering en de zelfevaluatie van de les. Daarmee vormt het blogformulier een laagdrempelig medium voor zelfrapportage. Het orkestratiemodel heeft bij het ontwerp ervan als theoretische achtergrond gefungeerd. Dit verband is geëxpliciteerd met behulp van de zogeheten orkestratiekaart. Het template en de kaart zijn in bijlage 2 opgenomen.
- Een ICT-attitudevragenlijst
De ICT-attitudevragenlijst is ontwikkeld om te onderzoeken hoe docenten tegen de rol van ICT in het onderwijs aankijken en of deze attitude verandert in de loop van het project. Deze vragenlijst is gebaseerd op een vergelijkbare vragenlijst, ontwikkeld door Reed, Drijvers en Kirschner (2010) en bestaat uit 35 vragen op een vijfpuntsschaal. Deze vragenlijst is in bijlage 2 opgenomen.
- Interviewformulieren
Om tijdens de netwerkbijeenkomsten een werkvorm te hanteren waarbij docenten elkaar interviewen, is een interviewformulier ontwikkeld. Zie bijlage 2.
- Post-projectvragenlijst
Om het retentie-effect van deelname aan DPECT te onderzoeken, zijn post-projectvragenlijsten ontworpen die eveneens in bijlage 2 zijn opgenomen.
- Toetsen
Omdat voortoetsen het gevaar in zich dragen ontmoedigend te zijn, is geen voortoets ontwikkeld, maar zijn proefwerkcijfers van de eerste hoofdstukken van het schooljaar als nulmeting gebruikt. Eindtoetsen zijn wel ontwikkeld en zijn gebaseerd op de bij de schoolmethoden geleverde eindtoetsen.

Daarnaast is de in de vorige paragraaf genoemde Moodle-omgeving ook als onderzoeksinstrument gebruikt.

3.5 Dataverzameling

In het onderzoek zijn de volgende data verzameld.

- Activiteit in de Moodle-omgeving, bestaande uit ongeveer 200 lesblogs, een beperkt aantal berichten op het forum, en een nog kleiner aantal documenten dat door de docenten is

gepost. Tevens zijn er gegevens over de mate waarin docenten deze bronnen hebben bekeken.

- Video-opnames van (delen van) in totaal 25 lessen van de verschillende docenten. Daarnaast lesverslagen van twee andere geobserveerde lessen.
- Video-opnames en verslagen van (delen van) de vijf netwerkbijeenkomsten.
- ICT-attitudevragenlijsten, ingevuld tijdens de eerste en de vijfde netwerkbijeenkomst.
- Interviewformulieren, ingevuld tijdens de vierde netwerkbijeenkomst.
- Toetsresultaten van leerlingen na elk van de drie lessenseries en voorafgaand aan de eerste lessenserie.
- Post-projectvragenlijsten, ingevuld zes maanden na afloop van het project.

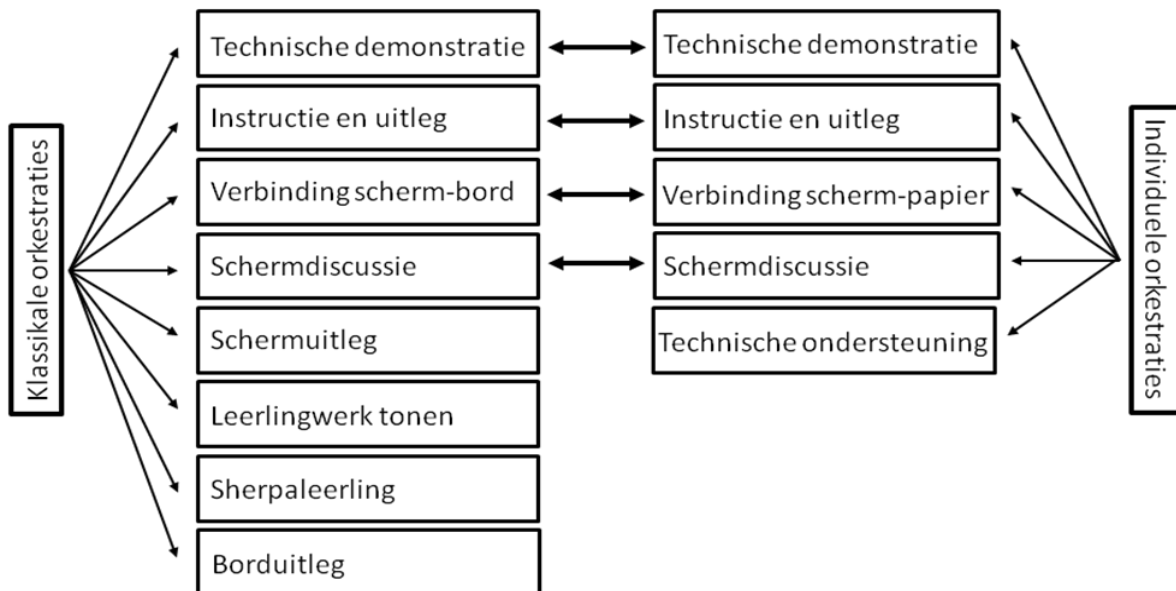
Tabel 1 geeft aan hoe deze datatypen samenhangen met de onderzoeksvragen en met de verschillende elementen van het theoretisch kader. Bijlage 3 geeft een overzicht van alle data die zijn verzameld; niet alle data spelen overigens een rol in dit rapport.

Tabel 1 Samenhang tussen onderzoeksvragen, data en theorie

Onderzoeksvraag	Data	Theoretisch model
1. Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?	<ul style="list-style-type: none"> • Lesobservaties • ICT-attitudevragenlijst • Toetsresultaten • Interviewformulieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Orkestratiemodel • TPACK-model
2. Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundeleraars in een collegiale community leiden?	<ul style="list-style-type: none"> • Video's netwerkbijeenkomsten • ICT-attitudevragenlijst • Post-projectvragenlijsten • Blogs van docenten • Interviewformulieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Community of Practice • Documentaire Genese

3.6 Data-analyse

De videodata zijn allereerst ingedeeld in analyse-eenheden. Een eenheid is een samenhangend videofragment rond één opgave en één type orkestratie. Vervolgens zijn deze fragmenten geanalyseerd met behulp van software voor kwalitatieve data-analyse (Atlas.ti). Voor de video's van de lessen is een codeboek ontworpen waarin klassikale en individuele orkestraties zijn onderscheiden. Voor de klassikale orkestraties is de indeling van Drijvers, Doorman, Boon, Reed en Gravemeijer (2010) toegepast, waaraan de orkestratie INSTRUCTIE EN UITLEG is toegevoegd. Dit geeft zeven klassikale orkestraties waarin ICT wordt gebruikt. Daarnaast is de klassikale orkestratie BORDUITLEG benoemd, waarin de docent klassikaal onderwijs verzorgt zonder dat ICT hierin een rol speelt. Figuur 7 geeft een overzicht van de klassikale orkestraties; de omschrijvingen uit het codeboek staan in bijlage 4. Deze omschrijvingen betreffen de didactische configuratie en de exploitatiemodus; de didactische uitvoering is hierin niet betrokken.



Figuur 7 Overzicht van indeling van klassikale en individuele orkestraties

Voor individuele orkestraties is een nieuwe indeling ontworpen bestaande uit vier types die corresponderen met gelijknamige klassikale orkestraties. De individuele INSTRUCTIE EN UITLEG was aanvankelijk onderverdeeld in drie subtypes. De drie types waren echter zo nauw met elkaar verbonden, dat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid hiervan onvoldoende was. Daarom is deze onderverdeling in tweede instantie verlaten. Daarnaast is de individuele orkestratie TECHNISCHE ONDERSTEUNING toegevoegd, die betrekking heeft op technische zaken die het eigenlijke onderwerp ontstijgen, zoals een leerling die de inlogcodes kwijt is of technische problemen door een niet functionerende muis of monitor. Ook de individuele orkestraties zijn opgenomen in Figuur 7 en hun beschrijvingen in bijlage 4.

Het TPACK-model is gebruikt om de vaardigheden en kennis vast te stellen die docenten gebruiken: een videoclip is gecodeerd met een van de TPACK-componenten. Daarnaast is ook een daarmee verbonden oordeel toegekend: een + als de gecodeerde TPACK-vaardigheden op adequate manier zijn ingezet, een 0 als dat niet duidelijk is, en een – als dit niet het geval is en de interactie bijvoorbeeld eindigt in misverstanden bij de leerling of miscommunicatie tussen docent en leerling. In lijn met de kritiek op TPACK die in sectie 2.2 aan de orde kwam, was deze codering niet vanzelfsprekend. Daarom zijn de volgende afspraken gemaakt:

- Bij vrijwel alle interacties met leerlingen maakt een docent pedagogische keuzes. Vraag ik door, of geef ik alleen een snelle tip? Wijs ik meteen de fout aan of help ik de leerling met zoeken? Leg ik uit wat een leerling moet doen, of wat de achterliggende theorie is? Om deze reden hebben we besloten PA alleen niet toe te kennen wanneer de docent nauwelijks tot geen interactie heeft met de leerling. Wat een docent zegt is in deze gevallen kort en zakelijk. In deze situaties is er meestal niet tot nauwelijks mogelijkheid voor pedagogische keuzes.
- Andersom komt PA ook weinig alleen voor. Als een leerling een vraag stelt aan de docent, gaat dit vrijwel altijd ofwel over de inhoud, ofwel over de techniek, of zelfs allebei. We hebben wel alleen PA toegekend wanneer de docent aanwijzingen geeft aan de klas over welke opdrachten ze moeten doen, hoe ze samen moeten werken en wat het huiswerk is.
- Het is niet onze taak een oordeel te vellen over pedagogische keuzes die een docent maakt, omdat wij niet alle beweegredenen van de docent weten. Wel kan het duidelijk zichtbaar zijn dat de docent een leerling niet helpt met het probleem dat de leerling heeft. Een docent kan bijvoorbeeld antwoord geven op een andere vraag dan die de leerling stelt, of bij de leerling weglopen terwijl de leerling duidelijk nog in verwarring is. In deze gevallen

hebben we een negatief of neutraal oordeel toegekend. Ook kennen we een negatief of neutraal oordeel toe als de technische of de inhoudelijke kennis van de docent tekort schiet. In alle overige gevallen kennen we een positief oordeel toe.

Het coderen van type orkestratie, TPACK elementen en TPACK oordeel is een interpretatieve en daarmee ook mogelijk subjectieve zaak. Daarom is in de eindfase van de analyse een herhaalde codering uitgevoerd op ongeveer 20% van de videoclippen door een tweede codeur uit het onderzoeksteam, waarbij het op dat moment gehanteerde codeboek het uitgangspunt was. Aanvankelijk waren de resulterende inter-beoordelaarsbetrouwbaarheden onbevredigend: $\kappa = 0.72$ voor de orkestratietypen, $\kappa = 0.65$ voor de TPACK elementen en $\gamma = 0.34$ voor de TPACK oordelen. Deze gebrekkige overeenkomsten zijn besproken in het onderzoeksteam. Als oorzaken zijn naar voren gekomen een te verfijnd coderingssysteem (met name voor de orkestratietypen) en verschillende interpretaties van het codeboek (met name voor de TPACK elementen en oordelen). Dit heeft geleid tot een herziening van het codeboek tot de versie die in bijlage 4 is gepresenteerd en een (voor een deel gezamenlijke) hercodering van de data tot overeenstemming is bereikt.

4. RESULTATEN DOCENTPRAKTIJKEN

Dit hoofdstuk richt zich op het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag, die luidt:

Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?

Hiervoor worden eerst de geobserveerde docentenpraktijken beschreven in termen van orkestraties. Vervolgens wordt de passendheid van deze orkestraties onderzocht. Dan wordt de haalbaarheid van deze praktijken beschreven door vaardigheden en kennis van docenten in kaart te brengen ten aanzien van wiskundige inhoud, didactiek en technologie. Tot slot betrekken we ook de attitudes van de docenten ten aanzien van ICT in het antwoord, om na te gaan in hoeverre deze de observaties kunnen verklaren.

4.1 Geobserveerde docentpraktijken

Het videomateriaal van 25 lessen is geanalyseerd. De lengte van de lessen varieert van 50 tot 70 minuten. De meeste lessen zijn in hun geheel opgenomen; van enkele lessen zijn alleen fragmenten gefilmd. Van één docent zijn geen opnames beschikbaar. Per interventie is niet van alle docenten videomateriaal gemaakt. Om toch een evenwichtig beeld te krijgen van de docentpraktijken van alle docenten, wordt in het vervolg per docent gecorrigeerd voor het totaal aantal opgenomen orkestraties, zodat elke docent die in een interventie is gefilmd evenveel bijdraagt aan het totaalbeeld. De klassikale orkestraties en de individuele orkestraties worden nu apart besproken.

Klassikale orkestraties

Tabel 2 geeft de gecorrigeerde klassikale orkestraties die bij de docenten in de verschillende interventies zijn geobserveerd.

Tabel 2: Gebruik klassikale orkestraties van de docenten in de verschillende lessenseries

	Meetkunde (N=19)	Lineaire vergelijkingen (N=27)	Kwadratische vergelijkingen (N=11)
BORDUITLEG	23%	66%	67%
TECHNISCHE DEMONSTRATIE	12%	2%	0%
INSTRUCTIE EN UITLEG	3%	11%	8%
SCHERMUITLEG	36%	2%	0%
VERBINDING SCHERM-BORD	18%	10%	8%
SCHERMDISCUSSIE	3%	0%	0%
LEERLINGWERK TONEN	0%	7%	17%
SHERPALEERLING	5%	2%	0%

Allereerst blijkt uit tabel 2 dat het totaal aantal geobserveerde klassikale orkestraties vrij laag is. Hier is een aantal redenen voor:

- Veel docenten lieten de leerlingen tijdens het bezoek van een projectmedewerker individueel werken met de computers, enerzijds omdat dit hen interessanter leek voor de projectmedewerker en anderzijds omdat ze hierbij best steun konden gebruiken van de bezoeker.
- Veel docenten hielden klassikale uitleg en werken op de computers vrij strikt gescheiden. Sommige docenten verhuisden om deze reden halverwege een les naar het computerlokaal, maar het kwam ook voor dat docenten hele lessen klassikaal gaven zonder computers, en dan tijdens de lessen in het computerlokaal geen uitleg gaven. Zo konden ze de tijd met de computers optimaal benutten. Volledig klassikale lessen zijn niet geobserveerd.
- Docenten waren, zeker in het begin, sterk geneigd veel over te laten aan de computer. Gaandeweg kwamen ze tot de conclusie dat de computer de docent niet kon vervangen. Vermoedelijk hebben sommige docenten dus in het begin het idee gehad dat klassikale uitleg minder of niet nodig was.

Ondanks het lage aantal klassikale orkestraties valt toch een aantal zaken op. Ten eerste merken we op dat een groot deel van de klassikale orkestraties bestaat uit het niet-technische BORDUITLEG, met name in de tweede en de derde interventie. Bij BORDUITLEG gebruiken de docenten een smartboard of whiteboard om wiskundige inhoud of strategieën te behandelen. Dat deze orkestratie vaak voorkomt, duidt erop dat veel docenten hun traditionele methoden voor uitleg gebruiken, ook al is de individuele werkvorm anders dan anders. Zeker in de tweede en derde interventie is dit duidelijk zichtbaar, terwijl bij de eerste interventie veel docenten nog SCHERMUITLEG geven, een orkestratie waarbij ze wel gebruik maken van technologie. Blijkbaar hebben veel docenten in de loop van het jaar geconcludeerd dat ze hun klassikale uitleg niet drastisch aan hoeven te passen nu het individueel werken voor een groot deel op de computer gebeurt. Ook het onderwerp van de interventie kan bij deze keuze overigens een rol spelen.

Toch maken de docenten wel degelijk aanpassingen in hun klassikale uitleg ten opzichte van eerdere jaren. De andere orkestraties dan BORDUITLEG zijn namelijk overwegend nieuw voor de docenten. In deze andere orkestraties zien we door het jaar heen regelmatig de orkestratie VERBINDING SCHERM-BORD. Docenten besteden dus duidelijk aandacht aan de relatie tussen het traditionele pen-en-papier werk en het, voor henzelf en voor de klas nieuwe, werk met de computer.

TECHNISCHE DEMONSTRATIES voeren de docenten vooral uit bij de module Meetkunde. Dit is om twee redenen goed te verklaren. Ten eerste is dit de eerste module, dus alle techniek is nieuw voor zowel leraar als leerlingen. Ten tweede speelt in deze module het programma Geogebra een grote rol. Ook hier moeten leerlingen mee leren werken, dus er wordt veel gevraagd van de technische vaardigheden van leerlingen (en leraren).

De orkestratie LEERLINGWERK TONEN ten slotte komt in de loop van het jaar vaker voor. In de eerste interventie zijn hiervan geen voorbeelden gezien, maar in de tweede en derde interventie wel. De docenten maken in de latere interventies dus vaker gebruik van het leerlingwerk voor hun klassikale uitleg. Dit wijst erop dat docenten beter hun weg vinden met de ICT en de mogelijkheden ervan beter kunnen benutten.

Individuele orkestraties

In tabel 3 zijn de individuele orkestraties in de verschillende interventies weergegeven.

Tabel 3: Gebruikte individuele orkestraties van de docenten in de verschillende interventies.

	Meetskunde (N=127)	Lineaire vergelijkingen (N=138)	Kwadratische vergelijkingen (N=96)
TECHNISCHE ONDERSTEUNING	16%	12%	9%
TECHNISCHE DEMONSTRATIE	32%	13%	7%
INSTRUCTIE EN UITLEG	46%	69%	79%
VERBINDING SCHERM-PAPIER	3%	2%	1%
SCHERMDISCUSSIE	2%	5%	3%

Uit tabel 3 blijkt dat de meeste orkestraties in de categorie INSTRUCTIE EN UITLEG vallen. Ook zijn TECHNISCHE DEMONSTRATIE en TECHNISCHE ONDERSTEUNING frequent. De andere, ingewikkeldere orkestraties komen weinig voor.

In de loop van het jaar is er een duidelijke afname te zien in het aantal keer TECHNISCHE DEMONSTRATIE. Dit is goed te verklaren: leerlingen moeten leren werken met de DWO en in de eerste module gebruiken ze bovendien ook Geogebra.

Tegenover deze afname in TECHNISCHE DEMONSTRATIE staat de toename van INSTRUCTIE EN UITLEG. De docenten lijken dit over het algemeen de geschiktste methode te vinden om hun leerlingen verder te helpen: ze kijken even mee, geven gerichte aanwijzingen die de leerling helpen hun fout of gebrek aan inzicht te verbeteren en gaan dan verder naar een volgende leerling. De manier waarop docenten dit doen, verschilt wel sterk per docent. Sommige docenten geven één gerichte aanwijzing en lopen dan verder, anderen blijven bij één leerling totdat de hele opgave is opgelost. Sommige docenten proberen hun leerlingen aan te sporen zelf hun fout te ontdekken en te begrijpen wat er fout is, andere docenten wijzen vaker de fout voor de leerling aan of geven sterk sturende instructie.

Globaal zien we hier hetzelfde beeld als bij de klassikale orkestraties: in de eerste interventie speelt de techniek de grootste rol, dus komen TECHNISCHE DEMONSTRATIE en TECHNISCHE ONDERSTEUNING frequent voor. In de latere interventies is INSTRUCTIE EN UITLEG de meest frequente orkestratie; docenten helpen hun leerlingen met de wiskundige inhoud, net zoals dat zou gebeuren bij werken met pen en papier.

De grootte van de groep en de beschikbare lestijd kunnen een grote rol spelen in de keuzes die docenten maken. Voor ingewikkeldere orkestraties, zoals SCHERMDISCUSSIE, is vaak meer tijd nodig. Als een docent tijd heeft om met elke leerling tien minuten te praten, kan hij meer discussie uitlokken om zo de leerling te laten reflecteren. Deze tijd is vaak niet beschikbaar, zeker niet bij grote klassen.

4.2 *Passendheid docentpraktijken*

De passendheid van de docentpraktijken heeft betrekking op het leereffect bij de leerlingen. Om dit leereffect te onderzoeken zijn de percepties van de docenten over het leren van hun leerlingen geïnventariseerd, zoals deze naar voren komen in de interviews die de docenten bij elkaar hebben

afgenomen tijdens de vierde netwerkbijeenkomst. Hieruit komen zowel positieve als negatieve aspecten ten aanzien van het leereffect naar voren.

Positief aan het gebruik van ICT vindt een aantal docenten dat leerlingen het leuk vinden. Drie docenten merken op dat de leerlingen veel plezier hebben in het werken met de digitale modules, al merkt een ander op dat het plezier erin wisselend is in de groep. Een ander positief punt is volgens een drietal docenten dat ICT leerlingen de mogelijkheid biedt om meer te oefenen, omdat het oefenen sneller gaat dan op papier.

De docenten oordelen dat de leerlingen niet meer of minder leren met ICT dan met pen en papier en dat het resultaat wisselt per leerling. Wel noemen drie docenten dat de leerlingen minder diep op de stof in gaan en minder gestimuleerd worden de theorie te doorgronden: ze lijken oppervlakkiger te leren. Dit is mogelijk niet een nadeel van ICT op zich, maar een aspect dat sterk afhankelijk is van het type ICT dat wordt gebruikt en de manier waarop deze ICT wordt ingebed in het onderwijs als geheel.

Voor het analyseren van het leereffect zijn na elke interventie toetscijfers verzameld van de deelnemende leerlingen. Ook is de docenten gevraagd een overzicht te geven van de toetscijfers van een hoofdstuk voorafgaand aan de eerste interventie bij wijze van nulmeting. Het gemiddelde toetscijfer en de standaardafwijking voor elke interventie staan in tabel 4. Door missende gegevens variëren de aantallen leerlingen.

Tabel 4: Toetsresultaten bij de drie interventies en een voormeting

	Voormeting	Meetkunde	Lineaire vergelijkingen	Kwadratische vergelijkingen
Aantal leerlingen	266	292	286	239
Gemiddelde	6,39	6,66	6,58	6,25
Standaardafwijking	1,58	1,71	1,78	1,99

De verzamelde toetscijfers bevestigen het beeld van de docenten; de leerlingen scoren niet hoger of lager dan bij werken met pen en papier. Wel is de standaardafwijking bij elk van de drie interventies groter dan bij de voortoets. Dit suggereert dat verschillen tussen leerlingen groter zijn bij werken met de computer dan bij werken met pen en papier.

Bij het analyseren van de toetsresultaten is een voorbehoud op zijn plaats. Ten eerste zijn de afgenomen toetsen in de verschillende klassen niet geheel gelijk. Er zijn bij elk van de interventies toetsopgaven aangeboden, maar de docenten hebben hieruit hun eigen keuzes gemaakt. Ten tweede zijn er geen gezamenlijke afspraken over normering gemaakt. Docenten konden bijvoorbeeld naar eigen inzicht correcties toepassen als een gemiddelde erg hoog of laag uitviel. Ten derde zijn ook de cijfers van de voormeting gebaseerd op verschillende toetsen.

De meeste toetsen zijn op papier afgenomen. Gedurende het schooljaar ontstond binnen de community echter de vraag naar mogelijkheden om digitaal te toetsen. Daarom zijn voor de modules Lineaire vergelijkingen en Kwadratische vergelijkingen ook digitale toetsopgaven beschikbaar gesteld. Bij de module Lineaire vergelijkingen hebben vijf docenten een digitale toets afgenomen, bij de module Kwadratische vergelijkingen slechts één docent.

Het digitaal toetsen bleek in praktijk niet eenvoudig te zijn. De DWO, waarin de toetsen werden afgenomen, rekende bijvoorbeeld vaak een antwoord helemaal fout, waar een docent nog een deel van de punten zou toekennen. Hierdoor voelden docenten zich genoodzaakt de toets met de

hand na te kijken en vaak ook om de leerlingen een papieren toets als alternatief te bieden. Het gemiddelde voor de klassen waarin Lineaire vergelijkingen digitaal is getoetst is iets hoger dan het gemiddelde van klassen waarin dit niet is gebeurd, 6,8 tegenover 6,4, maar dit is mede te verklaren doordat docenten correcties hebben toegepast en leerlingen de kans hebben gegeven nog eens een toets te maken op papier.

De percepties van de docenten en de toetsresultaten suggereren dat het leerresultaat met ICT niet noemenswaardig slechter of beter is dan het resultaat bij werken met pen en papier. De praktijken die de docenten uitvoeren kunnen dus passend worden beschouwd, ook al zijn deze praktijken nieuw voor hen. Wel lijken de verschillen tussen leerlingen iets groter te worden.

4.3 Haalbaarheid docentpraktijken

Om docentpraktijken uit te kunnen voeren hebben docenten vaardigheden en kennis nodig. Daarom is onderzocht in hoeverre hun technologische, didactische en vakinhoudelijke kennis en vaardigheden gedurende het jaar toereikend zijn voor het uitvoeren van de docentpraktijken die ze beogen.

Tabel 5: TPACK-scores van alle docenten in de verschillende interventies.

		Meetkunde	Lineaire vergelijkingen	Kwadratische vergelijkingen	Totaal	Totaal per categorie
TK	+	19 (13%)	8 (4%)	2 (2%)	29 (7%)	47 (11%)
	0	7 (5%)	2 (1%)	2 (2%)	11 (3%)	
	-	1 (1%)	5 (3%)	1 (1%)	7 (2%)	
PA	+	6 (4%)	8 (4%)	3 (3%)	17 (4%)	22 (5%)
	0	1 (0%)	4 (2%)	0 (0%)	5 (1%)	
	-	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
CK	+	4 (3%)	0 (0%)	1 (1%)	5 (1%)	5 (1%)
	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
	-	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
TPA	+	19 (13%)	7 (4%)	16 (15%)	42 (9%)	49 (11%)
	0	3 (2%)	2 (1%)	0 (0%)	4 (1%)	
	-	0 (0%)	1 (1%)	1 (1%)	2 (1%)	
TCK	+	11 (7%)	0 (0%)	1 (1%)	12 (3%)	19 (4%)
	0	6 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (1%)	
	-	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)	1 (0%)	
PACK	+	36 (24%)	104 (54%)	48 (46%)	188 (42%)	200 (45%)
	0	1 (1%)	3 (1%)	7 (6%)	10 (2%)	
	-	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)	1 (0%)	
TPACK	+	31 (21%)	44 (23%)	17 (16%)	91 (21%)	102 (23%)
	0	3 (2%)	2 (1%)	3 (3%)	8 (2%)	
	-	1 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	3 (1%)	
Totaal						
Totaal	+	126 (84%)	172 (89%)	87 (84%)	384 (87%)	444 (100%)
	0	21 (14%)	13 (7%)	12 (11%)	45 (10%)	
	-	3 (2%)	8 (4%)	4 (4%)	15 (3%)	
Totaal		149 (100%)	192 (100%)	103 (100%)	444 (100%)	

In tabel 5 is een gecorrigeerd totaal van alle TPACK-scores (zie paragraaf 3.6) gegeven voor de verzameling videofragmenten die ook bij het bepalen van de orkestraties is gebruikt. Net als bij de docentpraktijken is een correctie uitgevoerd om te zorgen dat elke docent evenveel bijdraagt aan het totaal. Ook hier is één docent niet meegenomen, omdat van hem geen videomateriaal beschikbaar is. Uit de tabel blijkt dat PACK veruit de meest frequente categorie is, gevolgd door TPACK, TK en TPA. Bovendien valt op dat verreweg de meeste oordelen positief zijn. Dit is te verklaren uit het feit dat de betrokken docenten allen zeer ervaren zijn, de wiskundige inhoud goed beheersen en ruime pedagogische ervaring hebben. Neutrale of negatieve oordelen zijn alleen toegekend bij duidelijke misverstanden. Die kwamen, zeker op pedagogisch of wiskundig inhoudelijk vlak, nauwelijks voor.

Tabel 6: Aantal TPACK-scores in de verschillende cirkels

		Meetkunde	Lineaire vergelijkingen	Kwadratische vergelijkingen
Totaal TK-cirkel	+	79 (79%)	59 (82%)	35 (80%)
	0	19 (19%)	6 (8%)	5 (11%)
	-	2 (2%)	8 (11%)	4 (9%)
Totaal		101 (100%)	72 (100%)	44 (100%)

Totaal PA-cirkel	+	92 (91%)	164 (93%)	83 (87%)
	0	7 (7%)	10 (6%)	10 (10%)
	-	1 (1%)	2 (1%)	3 (3%)
Totaal		101 (100%)	177 (100%)	96 (100%)

Totaal CK-cirkel	+	82 (87%)	148 (96%)	66 (85%)
	0	10 (11%)	4 (3%)	10 (12%)
	-	2 (2%)	1 (1%)	3 (3%)
Totaal		94 (100%)	154 (100%)	78 (100%)

In tabel 6 zijn deze gegevens nader uitgewerkt voor de verschillende cirkels uit het TPACK-model. Ook hierin zijn de aantallen gecorrigeerd voor het aantal opgenomen fragmenten van elke docent en vervolgens afgerond. Uit de tabel blijkt dat het aantal neutrale en negatieve oordelen in de TK-cirkel groter is dan in de andere twee cirkels. Dit bevestigt het beeld dat het gaat om ervaren docenten, die pedagogisch en inhoudelijk weten wat ze moeten doen maar die op het gebied van technologie nog bij kunnen leren.

De absolute aantallen laten zien dat de drie cirkels in de eerste interventie ongeveer evenveel oordelen bevatten. In de tweede en derde interventie is het aantal oordelen in de TK-cirkel veel kleiner dan het aantal oordelen in de andere twee cirkels. Dit is te verklaren door het grote aantal fragmenten in de categorie PACK, waarin pedagogische en inhoudelijke vaardigheden een rol spelen. Blijkbaar gebeurt er in de les veel waarbij de technologie eigenlijk geen grote rol speelt, ondanks het feit dat de leerlingen aan het werk zijn achter een computer. Dit betekent ook dat docenten bij het inzetten van ICT in de wiskundeles kunnen profiteren van de pedagogische en inhoudelijke kennis die zij al bezitten.

4.4 Attitudes van docenten ten aanzien van ICT

De attitudes van docenten ten aanzien van ICT in de klas spelen een rol bij de keuzes die ze maken voor verschillende docentpraktijken. Daarom kunnen de ingevulde ICT-attitudevragenlijsten verklaringen bieden voor de trends in de geobserveerde orkestraties en TPACK-scores. Vier stellingen op de ICT-attitudevragenlijst sluiten sterk aan bij de orkestraties, deze stellingen zijn weergegeven in tabel 7. De scores in deze tabellen zijn de gemiddelde scores op een schaal van 1 tot 5 (1=zeer mee oneens, 5=zeer mee eens).

Tabel 7: Scores op vier stellingen op de ICT-attitudevragenlijst

Stelling	Score begin (N)	Score eind (N)
13. Wat leerlingen met ICT leren gebruiken ze <i>niet</i> bij pen-en-papier opgaven.	2,7 (N = 12)	2,4 (N = 12)
26. De afwisseling van ICT en andere werkvormen is belangrijk.	4,3 (N = 12)	4,3 (N = 12)
28. Het gebruik van ICT geeft je als docent meer mogelijkheden om in klassengesprekken voort te bouwen op ideeën van leerlingen.	3,6 (N = 11)	3,6 (N = 12)
30. Als je ICT in de les gebruik moet je als docent heel anders gaan werken.	4,0 (N = 12)	3,5 (N = 12)

Een trend in de orkestraties is dat docenten veel borduitleg geven en ook bij individuele situaties voor vrij traditionele orkestraties kiezen. In deze fragmenten speelt technologie niet of nauwelijks een rol. Een verklaring voor deze frequente observatie van traditionele werkvormen kan gevonden worden in stelling 26 van de ICT-attitudevragenlijst: “De afwisseling van ICT en andere werkvormen is belangrijk”. Zowel aan het begin als aan het eind van het jaar zijn de docenten het stellig met deze stelling eens, ze scoren gemiddeld 4,3 op de schaal van 1 tot 5. Dit duidt erop dat docenten het belangrijk vinden de traditionele werkvormen niet geheel door werkvormen met ICT te vervangen. Ook de respons op stelling 30, “Als je ICT in de les gebruikt, moet je als docent heel anders gaan werken”, is interessant: in het begin van het jaar zijn docenten het hier stellig mee eens, maar aan het eind van het jaar al minder (al is dit verschil niet statistisch significant). Ze hoefden kennelijk niet zo veel te veranderen als ze aanvankelijk dachten, om toch ICT nuttig in te kunnen zetten in hun les.

Met stelling 13, “Wat leerlingen met ICT leren gebruiken ze *niet* bij pen-en-papier opgaven”, zijn de docenten het meer oneens dan eens. Dit is een mogelijke verklaring voor het lage aantal individuele orkestraties in de categorie VERBINDING SCHERM-PAPIER. Docenten achtten het kennelijk niet nodig om hieraan veel extra aandacht te besteden.

Een laatste stelling uit de ICT-attitudevragenlijst die we hier bespreken is de stelling “Het gebruik van ICT geeft je als docent meer mogelijkheden om in klassengesprekken voort te bouwen op ideeën van leerlingen.” De docenten zijn het hier overwegend mee eens. Zulke klassengesprekken kunnen het best plaatsvinden in de klassikale orkestraties SCHERMDISCUSSIE, LEERLINGWERK TONEN en SHERPALEERLING. Deze orkestraties zijn echter weinig waargenomen. Het is mogelijk dat docenten ze wel hebben gehanteerd, maar dan in niet-computerlessen, die niet zijn

gefilmd. Het is ook denkbaar dat docenten bij het ontwikkelen van vaardigheden voor deze ingewikkeldere orkestraties meer ondersteuning nodig hebben.

De ICT-attitudevragenlijsten bevatten tevens informatie over de ontwikkeling van de docenten. Hierop wordt in paragraaf 5.1 verder ingegaan.

4.5 Conclusie docentpraktijken

Tijdens het onderzoek zijn veel manieren waargenomen om ICT in te zetten in de wiskundeles. Klassikaal komen technische demonstraties, uitleg van het scherm en de verbinding tussen het scherm en pen en papier frequent voor. Maar het meest geven docenten 'traditionele' borduitleg. Het gebruik van ICT in de klas vraagt kennelijk klassikaal niet noodzakelijk om heel andere werkvormen van de docent. Dit is ook wat de docenten zelf aangeven in de vragenlijst over attitudes ten aanzien van ICT in de wiskundeles.

Zowel klassikaal als individueel loopt het aantal technische demonstraties door het jaar heen terug. In het begin is aandacht voor de technologie noodzakelijk, omdat de DWO nieuw is en ook gebruik wordt gemaakt van Geogebra. Later in het jaar is minder aandacht nodig voor de specifieke technologie en is er dus meer ruimte voor concentratie op de inhoud. De plaats van de technische demonstraties wordt dan ook vooral ingenomen door de individuele orkestratie INSTRUCTIE EN UITLEG.

De orkestraties die het vaakst voorkomen zijn dus vrij traditionele orkestraties en TECHNISCHE DEMONSTRATIE. De ingewikkeldere orkestraties komen zowel klassikaal als individueel weinig voor. Een oorzaak hiervoor kan zijn dat docenten deze niet nodig vinden. Zo blijkt enerzijds uit de ICT-attitudevragenlijsten dat docenten vinden dat leerlingen zelf de link goed kunnen leggen tussen wat ze leren op de computer en wat ze met pen en papier moeten doen. Dit kan een verklaring zijn voor het feit dat we, voornamelijk bij individueel werken, de docenten maar zelden de verbinding tussen het scherm en pen en papier zien maken. Anderzijds blijkt uit dezelfde vragenlijsten dat docenten ICT als nuttig middel zien om in klassengesprekken voort te bouwen op ideeën van leerlingen. Toch blijken ze dit in de praktijk weinig te doen. Mogelijk zouden de docenten gebaat zijn bij specifieke training op dit gebied.

De *haalbaarheid* van de docentpraktijken is gemeten aan de hand van de vaardigheden en kennis die docenten nodig hebben om de orkestraties te kunnen uitvoeren. Hiervoor is het TPACK-model gebruikt, dat technologische, wiskundig-inhoudelijke en pedagogische kennis en vaardigheden omvat. In de eerste interventie komen deze drie categorieën ongeveer even vaak terug. Wel vertonen de technologische kennis en vaardigheden meer hiaten dan de andere twee categorieën; het oordeel is hier vaker neutraal of negatief. Dit is ook wat we verwachtten; de docenten zijn al ervaren op het gebied van de wiskundige inhoud en de pedagogiek en leren voornamelijk bij op het gebied van technologie.

In de twee latere interventies wordt de categorie technologische kennis en vaardigheden veel minder groot ten opzichte van de andere twee categorieën. Kennelijk blijven de inhoud en de pedagogiek het belangrijkste, zelfs als alle leerlingen achter een computer aan het werk zijn. Dit suggereert ook op dat veel docenten in belangrijke mate al beschikken over de benodigde vaardigheden en kennis om ICT nuttig in te zetten in hun les. Op technologisch gebied zullen ze bij moeten leren, maar op pedagogisch en inhoudelijk gebied weten ze al genoeg. Mogelijk zullen ze

hier wel bij moeten leren om ook de ingewikkeldere orkestraties in hun klas nuttig in te kunnen zetten.

Voor de *passendheid* van de docentpraktijken kijken we naar de percepties die de docenten hebben van het leereffect bij de leerlingen en naar de toetsresultaten. De docenten zien dat leerlingen werken met de ICT leuk vinden, maar zien weinig verschil in leereffect ten opzichte van werken met pen en papier. Wel leren leerlingen mogelijk oppervlakkiger. De behaalde gemiddelde cijfers bevestigen dit beeld. De standaardafwijking is licht gestegen, wat suggereert dat de verschillen tussen leerlingen groter zijn bij werken met de computer dan bij werken met pen en papier. Dit zou betekenen dat docenten extra rekening moeten houden met zwakke leerlingen in hun groep, maar ook dat ICT voor andere leerlingen juist goede uitdagingen biedt voor het leren op hun eigen niveau en in hun eigen tempo. Overigens suggereren Campuzano, Dynarski, Adodini en Rall (2009) dat het leereffect van een type onderwijs waarmee de docent niet vertrouwd is pas optreedt bij herhaalde uitvoering.

Al met al concluderen we dat de docenten vrij snel leren werken met nieuwe technologie in de klas. In de eerste interventie spelen technische problemen een grote rol, maar in de latere interventies hebben de docenten deze problemen grotendeels overwonnen en vinden ze meer tijd voor de pedagogische en wiskundig-inhoudelijke kanten van het onderwijs. Ze weten hun onderwijs zo te verzorgen dat bij leerlingen het gewenste leereffect ontstaat, al is er ruimte voor verbetering op het gebied van verdieping in de stof. Ook is mogelijk meer training nodig om docenten te helpen bij het gebruiken van ingewikkeldere orkestraties, zoals wiskundig-inhoudelijke discussies met behulp van ICT en het inzetten van sherpaleerlingen.

5. ONTWIKKELING EN ROL VAN DE COMMUNITY

Dit hoofdstuk heeft betrekking op de tweede onderzoeksvraag:

Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundedocenten in een collegiale community leiden?

Deze vraag kan worden opgesplitst in twee onderdelen; de professionele ontwikkeling van de docenten en de invloed hierop van de collegiale community, ofwel de Community of Practice. In de eerste paragraaf onderzoeken we de professionele ontwikkeling van docenten aan de hand van de ontwikkeling van hun kennis en meningen in de loop van het DPICT-project. Deze ontwikkeling wordt gestimuleerd door de participatie van de docenten in de community. Deze betrokkenheid komt in de tweede paragraaf aan de orde. In de derde paragraaf bespreken we de gedeelde ontwikkeling van kennis en meningen binnen de community, ofwel het gedeeld repertoire zoals besproken in paragraaf 2.3.

5.1 Professionele ontwikkeling

Drie bronnen informeren ons over de ontwikkeling van de kennis en ideeën van docenten: de ICT-attitudevragenlijsten, de interviews die tijdens netwerkbijeenkomst 4 plaatsvonden en de post-projectvragenlijsten. De resultaten van elk van deze drie bronnen worden nu kort besproken.

De ICT-attitudevragenlijsten

De ICT-attitudevragenlijsten zijn twee keer afgenomen, aan het begin en aan het eind van het project. De stellingen van de ICT-vragenlijsten kunnen we in twee groepen indelen. Stellingen 1 t/m 24 hebben betrekking op het beeld dat de docenten hebben van het leren en gedrag van leerlingen; het leerlingbeeld. Stellingen 25 t/m 35 betreffen het leren, de meningen en het gedrag van docenten; het docentbeeld.

Het *leerlingbeeld* dat uit de eerste vragenlijst naar voren komt is vrij optimistisch. Gedurende het DPICT-project zijn docenten de rol van ICT, in dit geval specifiek de DWO, echter gaan relativeren; ze komen tot de conclusie dat de DWO geen volledige vervanger is van het schoolboek en ook beperkingen heeft. Bij de tweede afname denken de docenten significant negatiever over de volgende stellingen:

5. Een gevaar van ICT is dat leerlingen niet meer nadenken. ($p = 0.012$)

21. Snelle en dynamische feedback maakt leerlingen lui in hun denken. ($p = 0.029$)

De belangrijkste beperking die de docenten zien is dus dat leerlingen minder verantwoordelijkheid nemen voor het zelfstandig oplossen van vraagstukken en minder zelf nadenken. Aan de andere kant denken docenten significant positiever over stelling 12, "ICT kan leerlingen helpen beter te redeneren" ($p = 0.042$). Geconcludeerd kan worden dat docenten door de ervaring en reflectie een genuanceerder beeld van ICT hebben gekregen. Dit zorgt ervoor dat ze beter kunnen beslissen of en zo ja hoe ze ICT kunnen gebruiken in hun les.

Het *docentbeeld* is in de loop van het project weinig veranderd. Significante verschillen op vraagniveau zijn niet voorgekomen. De docenten schatten de tijdsbelasting van het gebruik van ICT in de klas aan het eind van het jaar lager in. Daarnaast vinden ze dat een docent met ICT niet heel anders te werk hoeft te gaan dan in een gewone les.

De interviews

Tijdens de vierde bijeenkomst hebben de docenten elkaar geïnterviewd over hun houding ten opzichte van ICT en wat ze geleerd hebben (zie bijlage 2 voor het gebruikte interviewformulier). Er zijn vijf standpunten die door meerdere docenten worden ingenomen:

- De helft van de docenten heeft duidelijk meer zelfvertrouwen gekregen ten aanzien van het gebruik van computers in de les.
- De meeste docenten vinden het belangrijk ook met pen en papier te blijven werken, dus een combinatie te zoeken van beide media.
- De helft van de docenten ziet duidelijk meerwaarde in ICT en is er positief over. De andere docenten zijn ofwel niet uitgesproken positief of negatief, ofwel uitgesproken negatief.
- Lang niet alle docenten zouden echter het nut van ICT verdedigen tegenover hun collega's. Slechts twee docenten geven expliciet aan dat ze dit zouden doen. Vier docenten hebben hierover niets gezegd, waaronder drie die wel heel positief zijn over ICT in de les.
- Volgens de meeste docenten verschilt de leeropbrengst bij de leerlingen ten gevolge van het werken met ICT weinig van die bij reguliere lessen. Leerlingen oefenen misschien meer, maar leren misschien ook oppervlakkiger.

De eerste twee standpunten hebben betrekking op de ontwikkeling van de docenten, die in beide gevallen positief is. De volgende twee standpunten hebben betrekking op het nut van ICT, waar de docenten maar matig enthousiast over zijn. Het laatste standpunt heeft betrekking op de leeropbrengst van de leerlingen, waarover de docenten ook niet eenduidig enthousiast zijn.

De post-projectvragenlijsten

In oktober 2012 hebben de docenten een vragenlijst ingevuld. De eerste vijf vragen betreffen de eigen professionele ontwikkeling. Hierin zijn twee thema's meerdere keren door een groot aantal van de docenten genoemd. Ten eerste hebben ze meer zelfvertrouwen gekregen in hun eigen technische vaardigheden. Ten tweede hebben ze een balans gevonden tussen computerwerk, individueel werk en klassikaal werk.

De docenten is gevraagd hun oordeel te geven over verschillende elementen van het DPICT-project. In tabel 8 worden deze oordelen samengevat in een gemiddelde (1=helemaal niet zinvol, 5=heel zinvol).

Tabel 8: Resultaten vragenlijst achteraf over zin van DPICT-elementen (N = 10)

Hoe zinvol vond je de volgende elementen van DPICT?	Gemiddelde
Het uitvoeren van de lessenseries in de klas	4,6
Het lesbezoek van de mensen van het Freudenthal Instituut op school	4,1
Het samen met collega's werken aan digitale toetsen	3,4
De technische en praktische informatie tijdens de netwerkbijeenkomsten	4,2
De theoretische achtergronden tijdens de netwerkbijeenkomsten	3,6
De video's van andere lessen tijdens de netwerkbijeenkomsten	4,1
De uitwisseling met collega's tijdens de netwerkbijeenkomsten	4,8
Het schrijven van blogs over je eigen lessen	3,2
Het lezen van blogs van collega's op de Moodle	3,0
Het forum op de Moodle	3,6
De achtergrondartikelen op de Moodle	3,3

Uit tabel 8 blijkt dat docenten het uitvoeren van de lessenseries in de klas en het overleg met collega's het meest zinvol vinden. De drie minst zinvolle elementen zijn het schrijven en lezen van de blogs en de achtergrondartikelen in de Moodle-omgeving. De docenten is ook gevraagd om verbeterpunten te geven voor het DPICT-project. Ook daar noemen ze de blogs en de Moodle-

omgeving. Uit de antwoorden blijkt niet per sé dat die onderdelen overbodig zijn, maar eerder dat de vorm ervan beter had gekund.

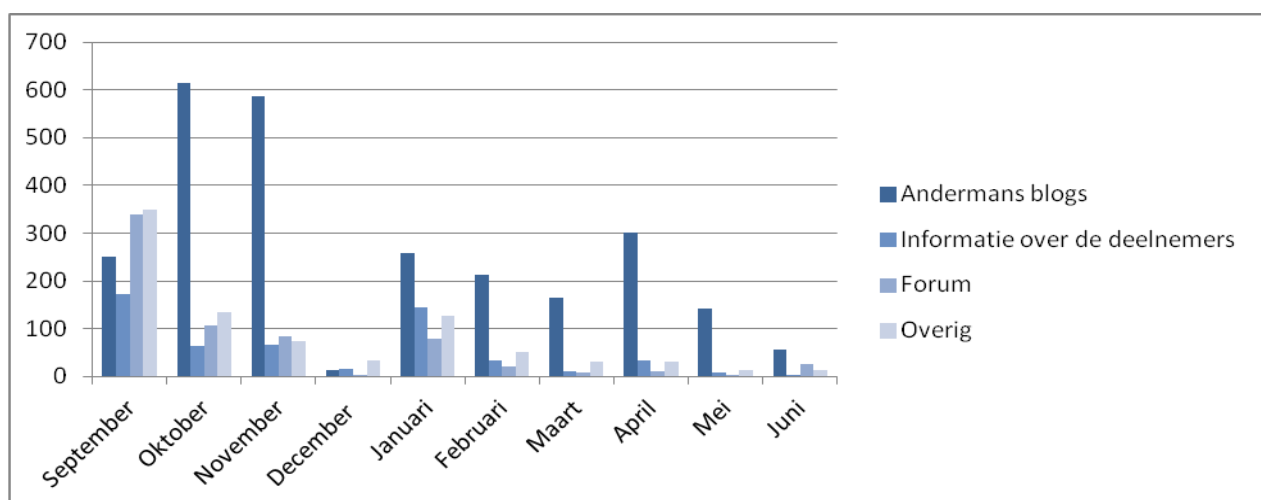
Belangrijke thema's

In de informatie uit deze drie typen data keert een aantal thema's terug. Uit de data blijkt dat het zelfvertrouwen van docenten in het gebruik van computers is toegenomen gedurende het DPICT-project. Uit de ICT-attitudevragenlijsten en interviews blijkt dat docenten kritischer zijn geworden over de invloed van werken met de computer op het leren en gedrag van leerlingen. Dit heeft invloed op de balans die ze maken tussen computerwerk en papierwerk, die in alle drie de bronnen wordt genoemd. Docenten zijn zich nu veel beter bewust van het belang van een goede balans tussen computer- en papierwerk en werken niet als vanzelfsprekend alleen met de computer, zoals ze dat tijdens de eerste interventie soms deden. In paragraaf 5.3 komen we terug op de verbanden tussen de ontwikkeling van deze standpunten en de onderwerpen die in de netwerkbijeenkomsten en blogs aan de orde zijn geweest.

De post-projectvragenlijsten richten zich meer op het oordeel van de docent over de community. Hieruit blijkt dat docenten vooral het contact met collega's en het gebruik van de DWO-modules heel waardevol vinden. Ze zijn echter veel minder positief over de blogs en de achtergrondartikelen in de Moodle-omgeving. Om dit beeld verder uit te diepen bespreken we in de volgende paragraaf het gebruik van deze bronnen door de docenten.

5.2 Betrokkenheid

Een maat voor de betrokkenheid van docenten is hun activiteit in het gebruik van de Moodle-omgeving en het schrijven van de blogs. Per periode rond een lessenserie is het totaal aantal blogs berekend. De docenten is verzocht om over elke les een blog te schrijven. Elke module neemt ongeveer acht lessen in beslag, dus zou een totaal van ongeveer 100 blogs per module te verwachten zijn. De geobserveerde aantallen blogs zijn echter 86, 57 en 58 voor de drie respectievelijke lessenseries. Docenten hebben zich voor de laatste twee modules kennelijk minder kunnen motiveren tot het schrijven van blogs. Dit beeld komt overeen met de antwoorden op de post-projectvragenlijst, waar docenten een relatief negatief oordeel geven over het schrijven van blogs.



Figuur 8: Aantal hits voor de verschillende onderdelen van de Moodle-omgeving per maand

Het aantal hits in de Moodle-omgeving is voor alle docenten per maand opgeteld. De resultaten zijn weergegeven in figuur 8. Het geringe aantal hits in december is te verklaren door de vakantie en doordat de eerste module was afgelopen. Elke lessenserie begint met een hoge activiteit die geleidelijk afneemt (sept-nov, jan-maa, apr-jun).

Wanneer we de hits in de Moodle-omgeving uitsplitsen zien we dat de grootste bijdrage wordt geleverd door het aantal keer dat docenten naar de blogs kijken. Ze bekijken de blogs vooral veel in oktober en november. De blogs zijn het belangrijkste onderdeel van de Moodle-omgeving. Uit de post-projectvragenlijsten blijkt echter dat de docenten het schrijven en lezen van de blogs maar weinig zinvol vinden.

Het forum is door de docenten veel gebruikt in september, maar daarna is het gebruik snel afgenomen. Dit beeld komt overeen met het oordeel van de docenten in de vragenlijsten achteraf. Zij beoordelen het forum als maar matig zinvol.

Onder de noemer Overig in figuur 8 valt het gebruik van de achtergrondartikelen. Docenten hebben gemiddeld drie keer gekeken naar de achtergrondartikelen in de Moodle-omgeving. Dit is erg laag vergeleken met het aantal hits voor bijvoorbeeld de blogs. Docenten vinden deze artikelen weinig zinvol en dit blijkt dan ook uit hun gebruik ervan. De andere hits onder de noemer Overig hebben betrekking op een brede groep aan documenten die ofwel door de docenten ofwel door de onderzoekers geplaatst zijn. Er zijn in totaal maar twee docenten die zelf documenten geplaatst hebben. Naar de helft van documenten is niet gekeken en naar de andere helft maar één of twee keer. Van een community documentational genese is dus nauwelijks sprake geweest. De vraag is of dit redelijkerwijs van mid-adopting docenten verwacht kan worden; mogelijk vraagt dit te veel van deze docenten in dit stadium.

In het gebruik van de Moodle-omgeving en de blogs zien we dus inderdaad het oordeel van de docenten uit de post-projectvragenlijsten terug. Ondanks deze gematigde ervaringen heeft de Community of Practice ook een positieve invloed gehad. De ontwikkeling van de kennis en ideeën van docenten kan namelijk goed gekoppeld worden aan wat er is besproken in de bijeenkomsten en de blogs. Dit wordt uitgewerkt in de volgende paragraaf.

5.3 Gedeeld repertoire

Tijdens de bijeenkomsten en in de blogs zijn vele onderwerpen besproken. Een analyse daarvan heeft geleid tot een lijst van zeventien onderwerpen die vaak genoeg besproken zijn om te vallen onder gedeelde kennis of gedeeld repertoire. Om na te gaan hoe de meningen rond deze onderwerpen zich hebben ontwikkeld, bespreken we de vijf onderwerpen die de grootste ontwikkeling hebben doorgemaakt tijdens het project. Deze collectieve ontwikkeling is te koppelen aan de ontwikkeling van individuele docenten, zoals dit blijkt uit de vragenlijsten en interviews (zie paragraaf 5.1).

Het meest besproken onderwerp is *de balans tussen computer- en papierwerk* waar docenten naar op zoek zijn. Het meest opvallend in de bijeenkomsten is dat docenten steeds beter weten hoe ze deze balans kunnen realiseren. Daarnaast worden de docenten kritischer over de gevolgen van werken met ICT voor het gedrag en inzicht van de leerlingen. Dit tweede punt is van grote invloed op de manier waarop docenten de balans maken: ze moeten de leerlingen daardoor immers meer ondersteunen in hun werk op de computer. In de blogs komen deze veranderingen ook naar voren. Ook komen deze elementen terug in de ICT-attitudevragenlijsten en interviews. Veel docenten zien het meest in een combinatie van ICT en gewone lessen. Ook vinden ze dat ICT niet de rol van de docent overneemt. Met betrekking tot het leren van de leerlingen zien we dat docenten de opbrengst van het werken met ICT minder vanzelfsprekend vinden dan bij aanvang van het project.

Het tweede onderwerp betreft de *feedback* die de DWO geeft op antwoorden van leerlingen. In de bijeenkomsten en de blogs zien we dat docenten steeds meer vrezen dat feedback ervoor zorgt dat leerlingen niet meer zelfstandig nadenken en de stof minder goed begrijpen. Dit ongewenste effect op de leerlingen komt terug in de vragenlijsten en interviews. Docenten zijn niet allemaal enthousiast over de invloed van de feedback op het gedrag en leren van leerlingen. Ze vinden leerlingen lui en vinden het begrip van de stof bij leerlingen laag.

Het derde onderwerp is *toetsing*, en met name de keuze die docenten moeten maken tussen toetsen op computer en toetsen op papier. Tijdens het project heeft de helft van de docenten minstens één keer gebruik gemaakt van een digitale toets. Deze toets konden docenten zelf samenstellen uit een grote verzameling opgaven passend bij de tweede module. Na het gebruik van zo'n toets was een aantal docenten in de bijeenkomsten niet tevreden over het automatisch nakijken: de DWO kijkt 'strenger' na dan ze zelf zouden doen. Voor de keuze tussen digitaal toetsen en toetsen op papier hebben docenten verschillende didactische argumenten. Ze noemen bijvoorbeeld de manier waarop er in het examen wordt getoetst en de manier waarop er geoefend is in de les. In de blogs beargumenteren de docenten hun keuze aan de hand van soortgelijke argumenten. Om het beeld nog te verscherpen is er aan het eind van het project een extra vragenlijst rondgestuurd waarin docenten konden aangeven wat ze hadden geleerd met betrekking tot toetsing (zie de post-projectvragenlijst 2 in bijlage 2). De helft van de docenten heeft hierop gereageerd. Hieruit bleek dat docenten de kwaliteit van nakijken van de DWO nog steeds een probleem vinden, waardoor ze nog niet overtuigd zijn van de mogelijkheden van digitaal toetsen.

Het vierde onderwerp is *DWO-technisch* en heeft betrekking op de technische aspecten van het gebruik van de DWO, zoals het inloggen op de site, het aanmaken van klassen en het verkrijgen van toegang tot de modules. Hierover is alleen tijdens de eerste bijeenkomst gesproken. In de blogs zien we dat docenten naarmate de tijd vordert minder vaak problemen tegenkomen. Ook geven ze vaker aan dat ze voorkomende problemen snel hebben kunnen oplossen. Dit komt overeen met de groeiende vaardigheid en afnemende onzekerheid ten opzichte van het gebruik van ICT die bleek uit de ICT-attitudevragenlijsten en interviews.

Het vijfde en laatste onderwerp, *technische voorzieningen op de scholen*, slaat op de voorzieningen die de scholen bieden, zoals laptops, beamers en laptopdokters. Tijdens de bijeenkomsten zien we dat docenten naarmate het project vordert handiger worden in het oplossen van technische problemen en beter kunnen omgaan met de mogelijkheden en beperkingen van de ICT-infrastructuur op school. Deze groeiende vaardigheid komt naar voren in de blogs, de interviews en de vragenlijsten. Daarnaast zijn de docenten tijdens alle bijeenkomsten kritisch over de invloed van de technologie op de vorm en sfeer in de les. Docenten uiten deze kritische houding ook uitgebreid in hun blogs. Deze invloed van infrastructuur op de les komt niet terug in de antwoorden uit de vragenlijsten en interviews.

De laatste twee onderwerpen zijn sterk afhankelijk van factoren die los staan van het DPICT-project. Deze onderwerpen komen in de blogs en de lessen aan bod naar aanleiding van problemen op de school of met de DWO. Hierdoor zijn ontwikkelingen in dit onderwerp in de lessen en blogs moeilijk te relateren aan besprekingen in de bijeenkomsten. De enige ontwikkeling die we in alle bronnen terug zien is dat docenten steeds zelfverzekerder zijn in hun gebruik van ICT.

5.4 Conclusie

Uit de verschillende databronnen die hierboven zijn beschreven komen vier ontwikkelingen naar voren. Ten eerste neemt het zelfvertrouwen van docenten in hun gebruik van ICT toe. Gerelateerd hieraan neemt ten tweede het gemak toe waarmee de docenten technische problemen oplossen. Ten derde ontwikkelen de docenten een genuanceerder en realistischer beeld van de opbrengst van ICT voor het leren van de leerlingen. Ten slotte tonen de docenten een grotere vaardigheid in en meer ideeën over het realiseren van een goede balans tussen werken op de computer en werken op papier.

Mogelijke oorzaken voor deze ontwikkelingen zijn het uitvoeren van de lessenseries, het contact met collega's en de input, begeleiding en enthousiasme van de onderzoekers. Al deze factoren, die voor een deel als community-aspecten van DPICT te beschouwen zijn, zijn door de docenten immers als positieve onderdelen benoemd.

Samengevat zien we dat de docenten die aan DPICT hebben deelgenomen zich in verschillende opzichten hebben ontwikkeld. Voor een deel lijkt deze ontwikkeling gestimuleerd te zijn door community-aspecten van het DPICT-project, zoals de uitwisseling met collega's en onderzoekers. Van andere community-aspecten, zoals het gebruik van de Moodle-omgeving, lijkt het effect op de professionele ontwikkeling beperkt te zijn.

6. CONCLUSIE EN AANBEVELING

In dit hoofdstuk worden de conclusies met betrekking tot de onderzoeksvragen besproken. Vervolgens blikken we op wat globaler niveau terug op de beperkingen en de opbrengsten van de studie, wat leidt tot een aanbeveling voor toekomstige professionaliseringstrajecten op het gebied van ICT-gebruik in de wiskundeles.

6.1 *Conclusies*

De eerste onderzoeksvraag van deze studie luidt:

Op welke manieren kunnen docenten die niet veel ervaring hebben met ICT in de wiskundeles online leeractiviteiten op passende en haalbare wijze inzetten in hun onderwijspraktijk?

Het 'op welke manieren' van deze vraag is onderzocht in termen van het orkestratiemodel. De conclusie is dat docenten aanvankelijk vrij veel nadruk hebben gelegd op orkestraties waarin technologie en techniek een grote rol spelen; in de tweede en derde lessenserie is het accent verschoven naar orkestraties waarin de wiskundige vakinhoud centraal staat en de docent vooral de eigen vakdidactische kwaliteiten inzet. Deze laatste orkestraties verschillen niet sterk van wat vermoedelijk gebruikelijk is; aan echt nieuwe orkestraties waarin de mogelijkheden van de ICT werkelijk worden uitgebuit, komen de meeste docenten nauwelijks toe.

Het onderzoek naar de passendheid van de docentenpraktijken is gebaseerd op de interviews met docenten en op de leerlingresultaten bij toetsing. Uit beide typen data concluderen we dat docenten in staat zijn om praktijken te hanteren en lessen in te richten zodat dit leidt tot leren bij leerlingen. Na een opstartperiode blijken de docenten met de beschikbare ICT-middelen effectief onderwijs te verzorgen. De toetsresultaten wijzen niet op fundamentele verschillen in leeropbrengst in vergelijking met het reguliere onderwijs, al lijkt de spreiding tussen leerlingen wat toe te nemen. Overigens is een verhoogd leereffect vermoedelijk pas te realiseren als de docenten meer ervaring hebben met dit type onderwijs (Campuzano, Dynarski, Adodini, & Rall, 2009).

Bij het onderzoek naar de haalbaarheid van de docentenpraktijken is het TPACK-model gebruikt. De conclusie is dat de docenten voldoende pedagogische en vakinhoudelijke kennis hebben om de gekozen praktijken en orkestraties op een goede manier uit te voeren. De technologische kennis schiet vooral in de eerste lessenserie soms te kort, maar docenten blijken in staat om deze achterstand in te lopen, dan wel om orkestraties te kiezen die passen bij hun niveau van technologische vaardigheid. Dit laatste verklaart wellicht de beperkte waarneming van orkestraties waarin ICT een doorslaggevende rol speelt.

De tweede onderzoeksvraag van deze studie is:

Tot welke professionele ontwikkeling ten aanzien van de inzet van ICT in de wiskundeles kan de participatie van wiskundedocenten in een collegiale community leiden?

De conclusie ten aanzien van de professionele ontwikkeling van docenten is op de eerste plaats dat het zelfvertrouwen van de deelnemende docenten in het vermogen om ICT in de wiskundeles

in te zetten is toegenomen. Ten tweede zijn ze in de loop van het project vaardiger geworden in het omgaan met technische problemen. Ten derde hebben ze een genuanceerdere en realistischere visie op het gebruik van ICT in de klas ontwikkeld. Ten vierde hebben ze geleerd om het gebruik van ICT op een gebalanceerde manier te combineren met dat van pen, papier en boek.

Deze positieve ontwikkelingen zijn toe te schrijven aan de deelname aan het DPICT-project. De docenten noemen in het bijzonder het uitvoeren van de lessenseries, het contact met collega's en de input, begeleiding en enthousiasme van de onderzoekers als zinvolle factoren. Deze zijn voor een deel te beschouwen als community-aspecten van DPICT; andere community-aspecten, zoals het gebruik van de Moodle-omgeving, lijken slechts beperkt effect te hebben gehad op de professionele ontwikkeling.

Heeft deze studie naast antwoorden op de onderzoeksvragen ook een theoretische opbrengst? Het theoretische kader van de studie omvat instrumentele orkestratie, het TPACK-model en noties rond communities of practice. De instrumentele orkestratie leverde een model om docentpraktijken in kaart te brengen en was daarmee voor de onderzoekers een bruikbare lens. Het resulterende schema (zie figuur 7) is een concrete opbrengst. Tegelijkertijd moeten we constateren dat deze benadering de praktijken op een uiterlijke manier karakteriseert zonder diep op de kwaliteit van de interacties en orkestraties in te gaan. Voor dit laatste zou het nodig zijn de zogeheten didactische uitvoering in de analyse te betrekken. Verder heeft het orkestratiemodel wel de structuur van de blogs bepaald, maar bleek het voor docenten zelf geen vruchtbaar model.

Het TPACK-model heeft, ondanks de terechte kritiek erop, gefunctioneerd als middel om de verschillende typen kennis en vaardigheden in kaart te brengen, alsook de interactie daartussen en de ontwikkeling daarvan. Het biedt een eenvoudig handvat om kennis en vaardigheden te expliciteren, zoals blijkt uit de methode in hoofdstuk 3 en het codeboek in bijlage 4. Ook hier vonden de deelnemende docenten het overigens moeilijk om hun eigen kwaliteiten en behoeftes in termen van dit model te positioneren.

Het idee van de community of practice, met de drie dimensies van betrokkenheid, gezamenlijke onderneming en gedeeld repertoire, leverde een lens om de gang van zaken in de community te beschouwen. De theoretische opbrengst hier bestaat uit de koppeling van de dimensie van het gedeelde repertoire met het begrip Community Documentational Genesis. Hoewel we de stellige indruk hebben dat de deelname aan de community de docentontwikkeling heeft bevorderd, moeten we ook constateren dat de theorie van communities of practice in deze studie weinig aanknopingspunten heeft geboden om deze invloed tastbaar en traceerbaar te maken.

6.2 Terugblik en aanbeveling

Deze terugblik begint met een reflectie op de belangrijkste beperkingen van het onderzoek. Een eerste beperking, die voortvloeit uit de focus op docentpraktijken en de ontwikkeling daarvan, is dat er weinig aandacht is besteed aan de leerling. De indrukken van docenten met betrekking tot het leergedrag van de leerlingen en de toetsresultaten zijn gerapporteerd (zie paragraaf 4.2) maar deze resultaten moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden. Aspecten zoals motivatie van de leerling, door Meijer en Van Eck (2008) genoemd als positief effect van DWO-gebruik, zijn niet aan de orde geweest. Een tweede beperking van deze studie is dat de ICT waarvan in de onderzoeksvragen sprake is, alleen in de gedaante van de DWO (met Geogebra daarin ingebed) is gebruikt. De vraag is dus in hoeverre de conclusies DWO-specifiek zijn dan wel algemeen voor ICT in de wiskundeles geldig zijn. Binnen het kader van een project van deze omvang voor mid-adoptie docenten leek het echter niet verstandig om verschillende typen ICT in te zetten. Als derde en laatste beperking van het onderzoek merken we op dat het niet is gelukt om de virtuele Moodle-omgeving zodanig in te richten en te vervlechten met het project als geheel dat docenten er veel gebruik van hebben gemaakt.

Ondanks deze beperkingen constateren we in terugblik op DPICT dat de deelnemende docenten veel hebben geleerd van hun deelname, meer zelfvertrouwen hebben gekregen, beter

weten wat ze wel en niet van ICT kunnen verwachten en hoe ze daarmee, al dan niet in combinatie met het reguliere boek, kunnen omgaan. Ze zijn daarbij in staat hun pedagogische en vakinhoudelijke kennis en vaardigheden in te zetten. In deze zin is DPICT als project voor de deelnemende docenten geslaagd en vormt het een 'proof of existence' waaruit blijkt dat een dergelijk traject mid-adopters kan helpen ICT in hun lessen te integreren.

De in de inleiding genoemde aanleiding voor dit onderzoek was de beperkte integratie van ICT in de wiskundelessen. Heeft het DPICT-onderzoek bijgedragen aan een toename op dit gebied? Hoewel we als voornaamste opbrengst van het onderzoek voor de deelnemende docenten zien dat ze meer zelfvertrouwen hebben in het gebruik van ICT in hun lessen, daarop een genuanceerderere kijk hebben en benodigde vaardigheden hebben ontwikkeld, blijkt uit navraag dat op vijf van de zes deelnemende scholen de DWO ook in het schooljaar 2012-2013, dus na afloop van het project, wordt ingezet. Sommige van de mid-adopting DPICT-deelnemers zijn nu ICT-beheerder of beheerder van de DWO op school, en minstens drie van hen gebruiken ook de geavanceerde auteursomgeving. Dit suggereert dat de deelnemende docenten geëquipeerd zijn om zelfstandig op de eigen school verder te gaan op de ingeslagen weg.

Wat zijn de succesfactoren van het DPICT onderzoek, in welke opzichten is het paradigmatisch en op welke manier zou een dergelijk project beter kunnen worden uitgevoerd? De volgende factoren zijn naar ons idee cruciaal in het succes van DPICT:

- Timing
Ook mid-adopters realiseren zich dat de tijd rijp is voor een daadwerkelijke implementatie van ICT in het wiskundeonderwijs. De verspreiding van digitale schoolborden en tablets maakt dat docenten veel met ICT worden geconfronteerd, zowel binnen als buiten school. De grote animo voor deelname aan DPICT maakt duidelijk dat er een behoefte bij mid-adopters ontstaat om stappen op dit gebied te zetten.
- Financiering ten behoeve van commitment
Het feit dat scholen worden gefaciliteerd om docenten tijd voor deelname te geven vergroot de betrokkenheid. Dit commitment is niet vrijblijvend en docenten zijn zich hiervan bewust. Er wordt van hen verwacht dat ze daadwerkelijk aan de slag gaan en deze druk helpt hen over de drempels. Er zijn geen docenten of scholen afgehaakt.
- Tweetallen per school
Docenten hebben in tweetallen per school deelgenomen aan DPICT. Dat biedt mogelijkheden tot overleg en samenwerking, maar ook tot het gezamenlijk slechten van praktische barrières in technische of organisatorische zin. De uitstraling binnen de wiskundesectie is op deze manier groter dan bij individuele deelname.
- Aangeleverde modules
Binnen DPICT is een drietal kwalitatief goede kant-en-klare modules aangeleverd, waarmee de docenten relatief eenvoudig lessenseries konden uitvoeren. De input en ervaring van docenten bij de eerste lessenserie hebben tot aanpassingen van de vervolgmodes geleid. Een goed ontwerp is een voorwaarde voor ontwikkeling van de docenten en het meedenken over het materiaal kan het eigen denken bevorderen. Dit past bij het karakter van mid-adopters, die niet willen pionieren, maar een reële afweging maken tussen kosten en baten van ICT-inzet.
- Gezamenlijke uitvoering van lessenseries
De gezamenlijke uitvoering van de drie lessenseries leidde tot gedeelde ervaringen en wederzijdse betrokkenheid. Het is leerzaam om videoclips van collega's te zien die betrekking hebben op lessen die men ook kent uit de eigen recente ervaring.
- Eigen inbreng en uitwisseling

In de netwerkbijeenkomsten is veel ruimte gemaakt voor eigen inbreng, discussie en uitwisseling met collega's. Problemen worden besproken en herkend. Dit collegiale aspect is belangrijk om docenten te inspireren en te motiveren.

- Samenwerking met onderzoekers
Het feit dat onderzoekers ook werkelijk betrokken en enthousiaste leden van de community vormden, maakte DPICT interessanter en motiverender voor de docenten. De lijntjes met de onderzoekers waren kort, wat een gevoel van veiligheid opriep.

Op de volgende punten zou de opzet van DPICT als professionaliseringstraject verbeterd kunnen worden:

- Virtuele communicatie
Zoals al eerder is opgemerkt functioneerde de Moodle-omgeving slechts beperkt in DPICT. De kloof tussen de online communicatie en de face-to-face bijeenkomsten is kennelijk te groot, of de meerwaarde van de online communicatie is onvoldoende duidelijk. Toch zijn in andere landen zoals Frankrijk en Zweden positieve ervaringen opgedaan met virtuele communities en online cursussen (Sabra 2011).
- Infrastructuur op scholen
Op enkele van de deelnemende scholen werd de uitvoering van de lessenseries bemoeilijkt door infrastructurele zaken zoals beschikbaarheid van computers of ongeschiktheid van het lokaal voor klassikale werkvormen. Bij de aanvankelijke selectie van scholen had dit aspect wellicht meegenomen kunnen worden.
- Reistijd
Hoewel we in een klein land leven, was de reistijd naar de netwerkbijeenkomsten voor veel van de deelnemende docenten toch aanzienlijk. Een regionale organisatie of meer online ontmoetingen zouden de participatie minder belastend voor hen hebben gemaakt. Dan zouden de bijeenkomsten wellicht ook frequenter en korter georganiseerd kunnen worden.
- Vervolg
DPICT is voor de deelnemende docenten abrupt geëindigd. In een vervolg in de vorm van terugkomactiviteiten, voortzetting op de eigen school of andere manieren om de verworven ontwikkeling te continueren en te delen is niet voorzien. Hierdoor dreigt verdere ontwikkeling te stagneren.
- Differentiatie
Sommige van de deelnemende docenten geven aan dat ze graag meer handreikingen zouden hebben voor de uitvoering van hun lessen, zoals studiewijzers. Anderen staan juist meer open voor het zelf aanpassen van het ontwerp en het onderwijs. Kennelijk is er behoefte aan enige differentiatie binnen de groep van deelnemende docenten.

Deze sterkte-zwakteanalyse laat zich extrapoleren tot de volgende *aanbeveling* voor de professionalisering van mid-adopters op het gebied van ICT in het onderwijs:

Implementeer professionaliseringstrajecten 'ICT in de klas' die zich richten op mid-adopters en die volgens het DPICT-model worden opgezet.

Vanzelfsprekend verdienen hierbij de zwakke punten uit DPICT bijzondere aandacht. In navolging van andere landen kan teleconferencing sterker worden ingezet in de professionalisering van docenten. Hierdoor kunnen frequente korte uitwisselingen plaatsvinden tussen deelnemers en wordt de in DPICT ervaren kloof tussen face-to-face en online communicatie verkleind. Ook zou een gedifferentieerd professionaliseringsaanbod kunnen worden opgezet, waarin ook het

ontwerpen van online content aan de orde komt. Samenwerking hierin met bètasteunpunten, het Platform Bètatechniek en het Platform Wiskunde Nederland ligt hierbij voor de hand.

REFERENTIES

- Bokhove, C. & Drijvers, P. (2010). Digital Tools for Algebra Education: Criteria and Evaluation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(1), 45-62.
- Brummelhuis, A.C.A. ten (2011). *Wat werkt met ict?* Keynote speech Kennisnet Vlootshow 2011, Utrecht, 21 april 2011. <http://www.youtube.com/watch?v=sioCj3pzicc>.
- Brummelhuis, A.C.A. ten & Amerongen, M. van (2011). *Vier in Balans Monitor 2011*. Zoetermeer: Stichting Kennisnet.
- Campuzano, L., Dynarski, M., Agodini, R., & Rall, K. (2009). Effectiveness of reading and mathematics software products: Findings from two student cohorts – Executive summary (NCEE 2009-4042). Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Cox, S. & Graham, C. R. (2009). Diagramming TPACK in practice: using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60–69.
- cTWO (2007). *Rijk aan betekenis, visie op vernieuwd wiskundeonderwijs*. Utrecht: cTWO.
- Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 265-281). New York/Berlin: Springer.
- Drijvers, P. (2007). Instrument, orkest en dirigent: een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs. *Pedagogische Studiën*, 84(5), 358-374.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool; instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P. & Trouche, L. (2008). From artefacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives* (pp. 363-392). Charlotte, NC: Information Age.
- Graham, C.R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57, 1953–1960.
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71, 199–218.
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2012). Communities, documents and professional genesis: Interrelated stories. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: Mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 305-322). New York: Springer.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1).
- Meijer, J., & Eck, E. van (2008). *Leren met meer effect; rapportage van het onderzoek*. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut.
- NCTM (2008). *The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics. A Position of the National Council of Teachers of Mathematics*.
http://www.nctm.org/uploadedFiles/About_NCTM/Position_Statements/Technology%20final.pdf
- Reed, H., Drijvers, P. & Kirschner, P. (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools. *Computers and Education*, 55(1), 1-15.
- Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.

- Ruthven, K. (2007). Teachers, technologies and the structures of schooling. In Pitta-Pantazi, D., & Philippou, G., *Proceedings of the V Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME5* (pp. 52-67). Larnaca, Cyprus: University of Cyprus.
- Ruthven, K. (in druk). Frameworks for analysing the expertise that underpins successful integration of digital technologies into everyday teaching practice. In A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Eds.), *The mathematics teacher in the digital era* (pp. -). New York / Berlin: Springer
- Ruthven, K., Deaney, R. & Hennessy, S. (2009). Using graphing software to teach about algebraic forms: a study of technology-supported practice in secondary-school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 279-297.
- Ruthven, K. & Hennessy, S. (2002). A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 47-88.
- Ruthven, K. (2007). Teachers, technologies and the structures of schooling. In Pitta-Pantazi, D., & Philippou, G., *Proceedings of the V Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME5* (pp. 52-67). Larnaca, Cyprus: University of Cyprus.
- Sabra, H. (2011). *Contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques: les incidents comme révélateurs des rapports entre documentations individuelle et communautaire*. [Contribution to the study of documentary work of mathematics teachers: incidents as indicators of relations between individual and collective documentation.] Dissertation. Lyon: Université Claude Bernard Lyon 1.
- Trouche, L. (2004). Managing complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 281-307.
- Voogt, J. (2008). IT and curriculum processes: Dilemmas and challenges. In J. Voogt, & G. Knezek (Eds.), *International handbook of information technology in primary and secondary education* (pp. 117-132). New York: Springer.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J. & Van Braak, J. (2012). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning, Online first*, doi: 10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice. Learning as a social system*. New York: Cambridge University Press.
- Yin, R.K. (2003). *Case Study Research: design and methods, 3rd edition*. Newbury Park and London: Sage.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Deelnemende scholen

De zes DPICT-partnerscholen zijn:

- Bertrand Russell College Krommenie
- Carmelcollege Emmen
- Copernicus SG Hoorn
- Ichthus College Veenendaal
- SG Were Di Valkenswaard
- Staring College Borculo/Lochem

Bijlage 2 Instrumenten

Lesblog template

Digitale blogs

In je blogs beschrijf je de lessen die je geeft met behulp van de DWO. Eigenlijk vormen je blogs dus een soort dagboek van al je ervaringen met de DWO in de wiskundeles. Om de andere communityleden goed inzicht te geven in wat er is gebeurd in je lessen en waarom, is het handig om ook de voorbereidingen van je lessen te beschrijven. Daarin kun je ingaan op keuzes die je hebt gemaakt voor bepaalde onderdelen of aanpakken in je les. Voor dit soort beschrijvingen kan het helpen de klas te vergelijken met een orkest dat een muziekstuk op wil voeren, met de docent als dirigent.

Het orkestratiemodel

Deze vergelijking van een klas met een orkest noemen we het orkestratiemodel³. Dit model beschrijft drie elementen of lagen van een les:

1. Didactische configuratie
2. Exploitatie modus
3. Didactische uitvoering

De *didactische configuratie* houdt in hoe de les er globaal uitziet. Daarvoor spelen praktische zaken een rol, zoals of je de mogelijkheid hebt te projecteren, hoeveel computers met Internet en Java je beschikbaar hebt en of er een gewoon schoolbord aanwezig is. Verder gaat het hier om de grote lijn van de les, dus of je theorie uitlegt, bespreekt hoe de leerlingen met de DWO kunnen werken, de leerlingen individueel of in groepjes aan het werk gaan en of je opgaven wil bespreken. In de vergelijking met het orkest komt dit overeen met het uitzoeken van het muziekstuk en het bepalen welke instrumenten daarin mee kunnen spelen om het geheel tot een mooie uitvoering te brengen.

De *exploitatie modus* gaat over je hoe de onderdelen van de les, zoals je die hebt bepaald in de didactische configuratie, precies invult. Als je uitleg wilt geven, wat ga je precies vertellen en in hoeverre wil je de leerlingen bij je uitleg betrekken? Hoe wil je gebruik maken van de mogelijkheden van de DWO, bijvoorbeeld door het projecteren van leerlingwerk voor een uitleg, bespreking of discussie? Wat neem je als uitgangspunt voor het bespreken van opgaven, je eigen oplossing of een foute of correcte oplossing van een leerling? In de vergelijking met het orkest is dit de laag waarin de dirigent de precieze partituren voor alle instrumenten uitzoekt.

De *didactische uitvoering* ten slotte gaat over hoe je omgaat met onverwachte situaties. Hoe reageer je op vragen van leerlingen? Wat doe je als één of meerdere computers niet naar behoren blijken te werken? Of als blijkt dat de leerlingen de uitleg die je had bedacht niet echt begrijpen? Dit is te vergelijken met de uitvoering van het orkest. Ook daar blijkt pas tijdens de uitvoering of de ideeën van de dirigent inderdaad goed tot hun recht komen.

De blogs

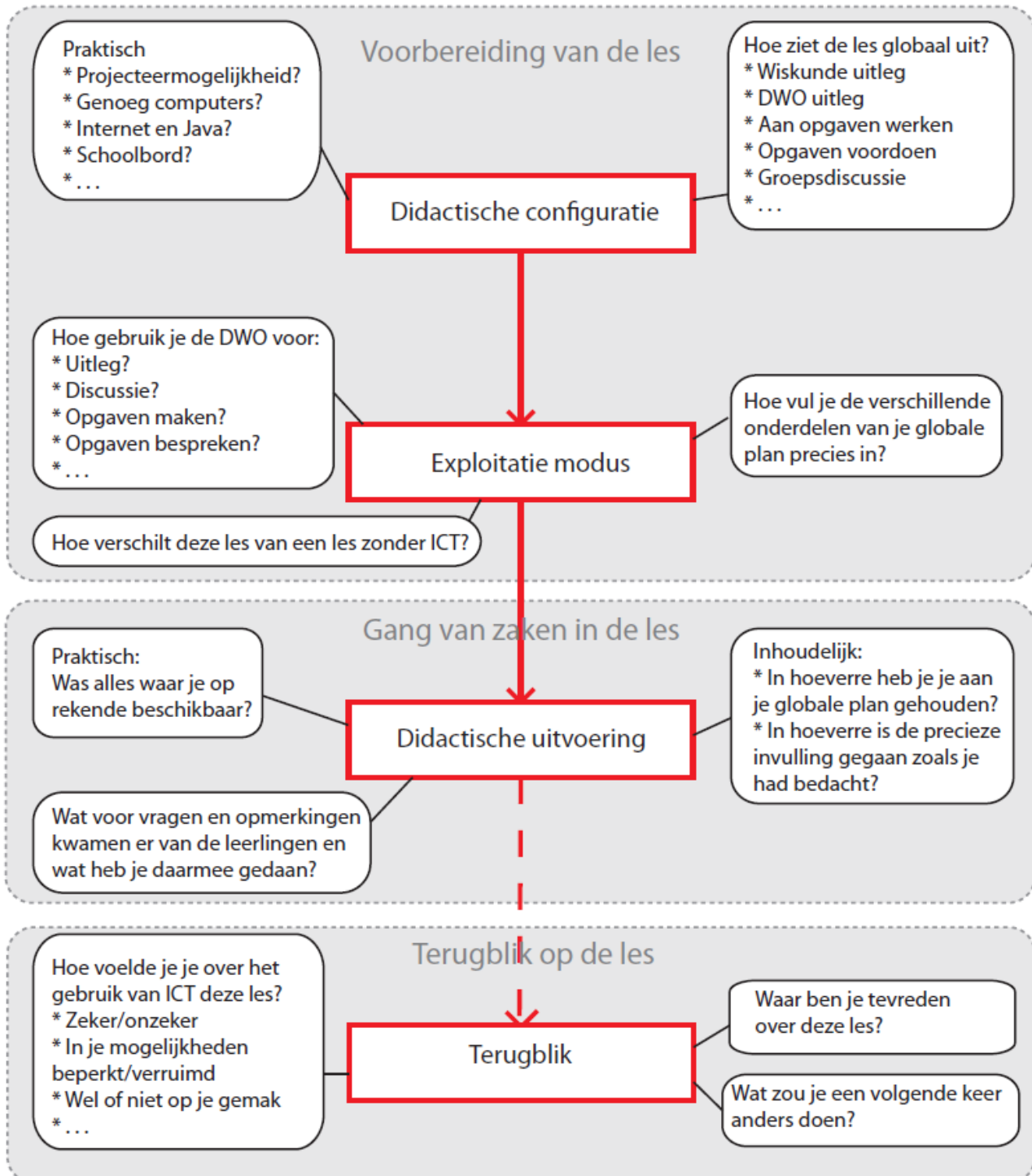
Voor het schrijven van je blogs kun je gebruik maken van de overzichtskaart. In deze kaart zie je twee grijze vakken. Over de onderdelen van het bovenste grijze vak kun je voor de les al schrijven. Dit gaat over de voorbereiding van je les. Hieronder valt ook je lesplan. In dit deel van je blog beschrijf je de eerste twee lagen van het orkestratiemodel. Hoe moet de les eruit zien, zowel globaal als wat preciezer per onderdeel, en hoe wil je de DWO (of andere ICT) in je les gebruiken? En wat is er allemaal mogelijk met de apparatuur en schoolborden die je tot je beschikking hebt?

Over de onderdelen in het onderste grijze vlak schrijf je na de les. Dit gaat over de daadwerkelijke uitvoering van de les en hoe je daarop terugkijkt. Hieronder valt ook de derde laag van het

³ Bron: Drijvers, Doorman, Boon, Reed en Gravemeijer The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom Educ Stud Math (2010) 75: 213-234

orkestratiemodel. Wat ging er anders dan verwacht en hoe heb je daarop gereageerd? Hoe ben je omgegaan met input van leerlingen of met computerproblemen? Ga hier ook in op je gevoel over deze les en in het bijzonder het gebruik van ICT daarin, waar je tevreden over bent en wat je een volgende keer anders wil doen.

Orkestratie overzichtskaart



Sietske Tacoma, Paul Drijvers, Freudenthal Instituut, 2011

ICT-attitudevragenlijst

DPICT Vragenlijst Attitude tav ICT-gebruik

Vul svp de onderstaande vragenlijst in en breng die mee op de bijeenkomst van 13 september.

		oneens	zeer mee	mee oneens	neutraal	mee eens	zeer mee eens
1	Ik wil graag ICT in de les gebruiken.						
2	ICT helpt leerlingen dingen actief te ervaren.						
3	ICT maakt de leerstof levendiger.						
4	ICT kan leerlingen helpen begrip en inzicht te ontwikkelen.						
5	Een gevaar van ICT is dat leerlingen niet meer nadenken.						
6	ICT maakt berekeningen en handelingen makkelijker.						
7	Werken met ICT ondermijnt de wiskunde basisvaardigheden.						
8	De kennis die leerlingen met ICT opdoen blijft oppervlakkig.						
9	Wat leerlingen met ICT leren blijft impliciet.						
10	De effecten van het werken met ICT zie je op de korte termijn.						
11	De effecten van het werken met ICT zie je op de lange termijn.						
12	ICT kan leerlingen helpen beter te redeneren.						
13	Wat leerlingen met ICT leren gebruiken ze <i>niet</i> bij pen-en-papier opgaven.						
14	Wat de leerlingen met ICT doen blijft <i>minder</i> goed hangen.						
15	Door het werken met ICT leren leerlingen reflecteren over wat ze geleerd hebben.						
16	Vergeleken met de gewone les, is een les met ICT: veel minder effectief/minder effectief/hetzelfde/ effectiever/veel effectiever						
17	ICT maakt het leerlingen te makkelijk.						
18	Werken met ICT stimuleert leerlingen dingen uit te proberen.						
19	ICT zet leerlingen aan tot een <i>trial-and-error</i> werkwijze.						
20	Door het werken met ICT leren leerlingen op een wiskundige manier te communiceren.						
21	Snelle en dynamische feedback maakt leerlingen lui in hun denken.						
22	Door het werken met ICT worden leerlingen systematischer in hun aanpak.						
23	Werken met ICT maakt leerlingen enthousiast.						
24	Door het werken met ICT leren leerlingen communiceren over wat ze geleerd hebben.						
25	Docenten hebben <i>niet</i> genoeg tijd om ICT in de les op te nemen.						
26	De afwisseling van ICT en andere werkvormen is belangrijk.						
27	Het gebruik van ICT in de les beperkt je vrijheid als docent.						
28	Het gebruik van ICT geeft je als docent meer mogelijkheden om in klassengesprekken voort te bouwen op ideeën van de leerlingen.						
29	Het gebruik van ICT beperkt de opbrengsten van de les.						
30	Als je ICT in de les gebruikt moet je als docent heel anders gaan werken.						
31	Door het gebruik van ICT kun je de lessen <i>niet</i> goed voorbereiden.						
32	Vergeleken met pen-en-papier maakt ICT voor mij zichtbaarder wat leerlingen doen.						
33	Als docent moet je leerlingen duidelijk vertellen wat ze met ICT moeten doen.						
34	Als docent kun je <i>niet</i> zien wat er met ICT geleerd is.						
35	Het gebruik van ICT creëert gemeenschappelijke beelden en ervaringen waar je met de leerlingen over kunt praten.						

Interviewformulier

Naam geïnterviewde: _____

Naam interviewer: _____

Doel van het interview

De bedoeling van dit interview is om zicht te krijgen op je ontwikkeling als DPICT-deelnemer op het gebied van ICT in de wiskundeles. Het gaat dan om het denken over ICT en wiskunde en om de omgang ermee in de lespraktijk. Wat is er op dit gebied veranderd in de loop van het schooljaar?

Vorm van het interview

Het interview vindt plaats in tweetallen. Een van de twee is interviewer, de ander de geïnterviewde. Het duurt 15 minuten.

De eerste 10 minuten stelt de interviewer de onderstaande drie vragen aan de geïnterviewde. De interviewer let erop dat alle vragen in de 10 minuten aan de orde komen. Per vraag helpt de interviewer de geïnterviewde om tot een zo volledig mogelijk antwoord te komen. Dat kan door goed te luisteren, aantekeningen te maken, de essentie samen te vatten, te verduidelijken, voorbeelden te vragen, of door op onderliggende motieven of ideeën door te vragen.

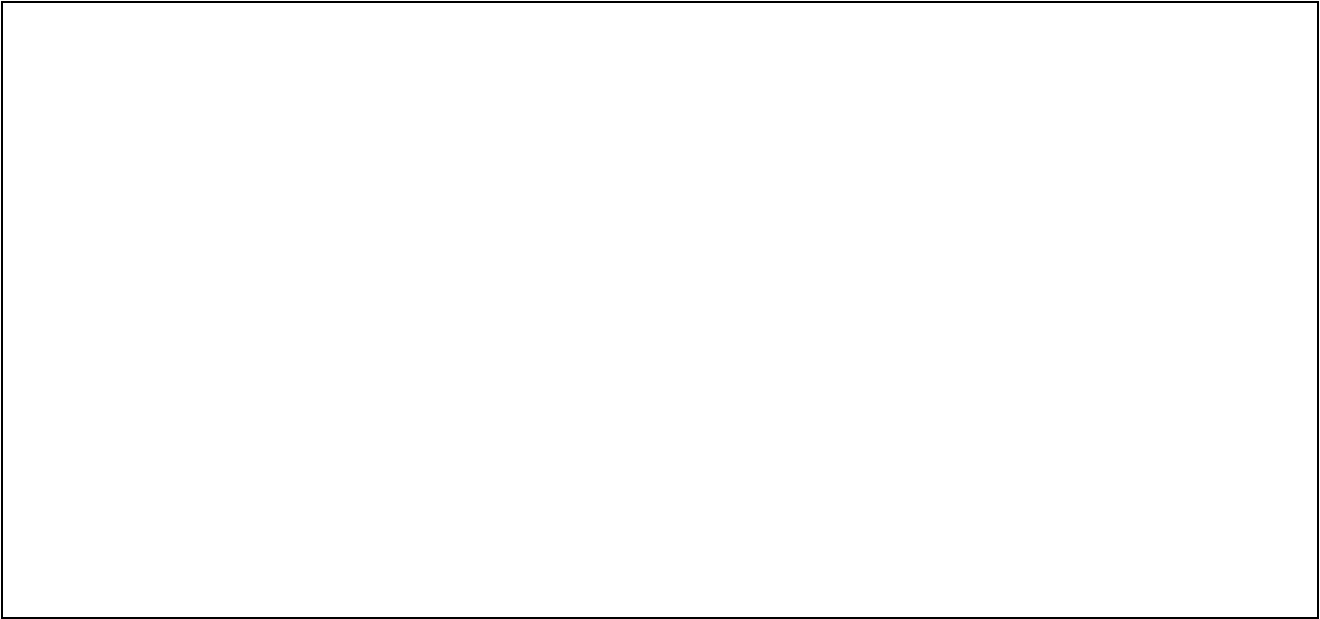
Tijdens de volgende 5 minuten schrijft de interviewer samen met de geïnterviewde zo kernachtig mogelijk de antwoorden van de geïnterviewde in onderstaande kaders. Daarna schuiven we door in andere tweetallen voor een tweede ronde, zodat iedereen wordt geïnterviewd.

Vraag 1: Ontwikkeling van doen

Je bent waarschijnlijk met je derde DPICT-lessenserie bezig. Wat doe je nu praktisch gesproken anders in de klas dan je een jaar geleden gedaan zou hebben in zo'n ICT-lessenserie? Andere opstelling in de klas, andere lesvoorbereiding, andere omgang met leerlingen, andere toetsing, andere? Wat heb je in praktische zin van DPICT geleerd tot zover?

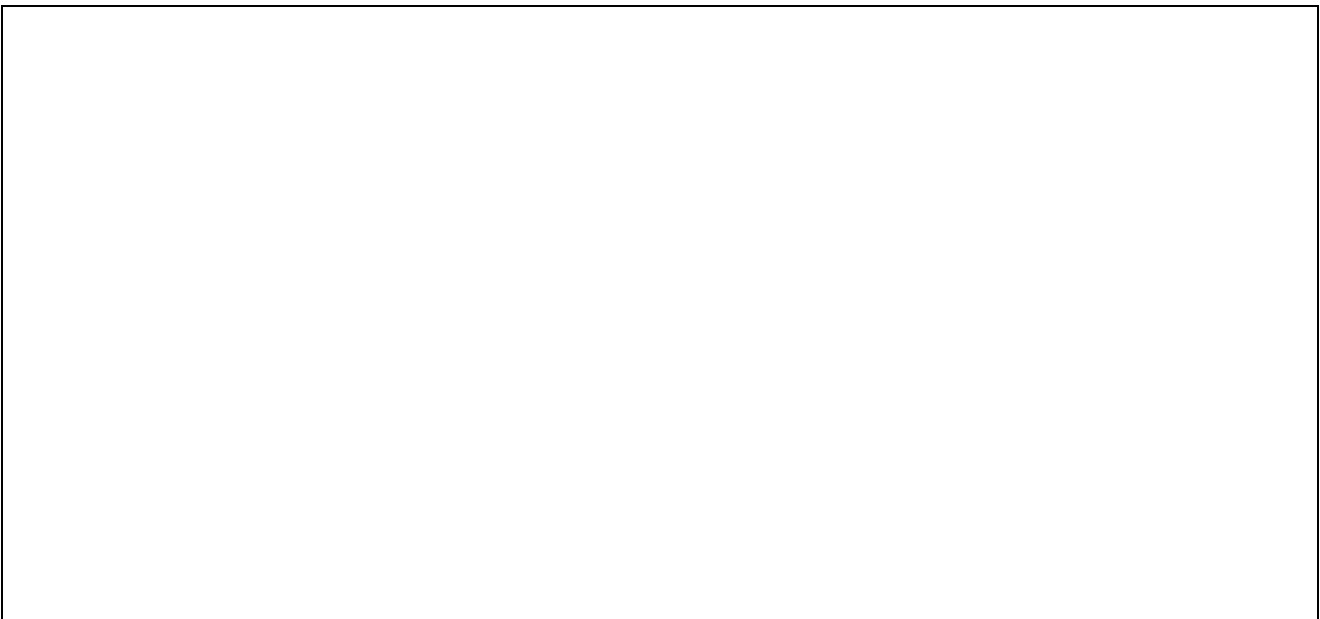
Vraag 2: Ontwikkeling van denken

Welke ontwikkeling zie je bij jezelf als docent door dit schooljaar heen? Ben je anders gaan denken over de rol van ICT in de wiskundeles? Zo ja, in welke zin? Zijn je ideeën over de bruikbaarheid van ICT veranderd? Ben je er meer of minder in gaan 'geloven'? Zou je het nut van ICT in de les verdedigen bij collega's van je sectie? Met welke argumenten?



Vraag 3: Leereffect van denken en doen

Ontwikkelen en leren is een mooie zaak voor de docent, maar profiteren leerlingen daar ook van? Wat is je oordeel over de leeropbrengst van de DPICT lessen voor de leerlingen? Leren ze meer of minder, sneller of langzamer, dieper of oppervlakkiger, bepaalde aspecten wel en andere niet?



Post-projectvragenlijst 1

Oktober 2012

NAAM: (optioneel)

1. Vond je je deelname aan het dpict project nuttig en waarom wel / niet?

2. Vond je je deelname aan het dpict project leuk, motiverend, inspirerend? Waarom wel / niet?

3. Wat heb je, terugkijkend, geleerd van je deelname aan dpict?

4. Heeft je deelname aan dpict je praktijk in de les veranderd? Zo ja, in welk opzicht?

5. Heeft je deelname aan dpict je houding ten aanzien van ICT in de wiskundeles veranderd? Zo ja, in welk opzicht?

6. Wat zouden we in een volgend soortgelijk project zeker anders moeten doen?

7. Wat zouden we in een volgend soortgelijk project beslist moeten handhaven?

8. Hoe zinvol vond je de volgende elementen van dpict?

	Helemaal niet zinvol	Niet zo zinvol	Neutraal	Best zinvol	Heel zinvol
Het uitvoeren van de lessenseries in de klas					
Het lesbezoek van de mensen van het Freudenthal Instituut op school					
Het samen met collega's werken aan digitale toetsen					
De technische en praktische informatie tijdens de netwerkbijeenkomsten					
De theoretische achtergronden tijdens de netwerkbijeenkomsten					
De video's van andere lessen tijdens de netwerkbijeenkomsten					
De uitwisseling met collega's tijdens de netwerkbijeenkomsten					
Het schrijven van blogs over je eigen lessen					
Het lezen van blogs van collega's op de Moodle					
Het forum op de Moodle					
De achtergrondartikelen op de Moodle					

Post-projectvragenlijst 2

Oktober 2012

1. Tijdens de bijeenkomsten hebben we het veel gehad over de manier waarop we zouden toetsen. De discussies gingen vooral om de keus tussen digitaal toetsen of toetsen op papier. Hierover willen wij jou het volgende vragen:

- a. Als jij terugkijkt naar jouw mening hierover aan het begin van het project en aan het eind van het project, is jouw beeld dan tijdens het project veranderd? En zo ja, hoe?

- b. Is dat beeld in het afgelopen half jaar nog meer veranderd? En zo ja, hoe en waardoor?

2. Ook hebben we het vaak gehad over de balans die je als docent moet maken tussen werken uit het boek, werken op de computer en de klassikale begeleiding hierbij. Vragen die daarbij aan bod kwamen waren: doe je alles op de computer of vul je de opgaven aan met opgaven uit het boek? Laat je de leerlingen zelfstandig werken of neem je zo nu en dan de tijd om ze klassikaal te ondersteunen? Hierover vragen wij jou de volgende twee vragen te beantwoorden:

- a. Als jij terugkijkt naar jouw mening hierover aan het begin van het project en aan het eind van het project, is jouw beeld dan tijdens het project veranderd? En zo ja, hoe?

- b. Is dat beeld in het afgelopen half jaar nog meer veranderd? En zo ja, hoe en waardoor?

<p>3. Ten derde hebben we het regelmatig gehad over de feedback die de DWO gaf en het effect hiervan op de leerlingen. Vragen die daarbij aan bod kwamen waren: zouden er niet meer open vragen moeten zijn? Hoe beïnvloedt de feedback het gedrag van de leerlingen? Etc. Wederom stellen we nu de volgende twee vragen aan jou:</p> <p>a. Als jij terugkijkt naar jouw mening hierover aan het begin van het project en aan het eind van het project, is jouw beeld dan tijdens het project veranderd? En zo ja, hoe?</p>
<p>b. Is dat beeld in het afgelopen half jaar nog meer veranderd? En zo ja, hoe en waardoor?</p>
<p>4. Ten vierde hebben we het gehad over de computervoorzieningen die de school bood. Zo nu en dan beperkte de beschikbaarheid van deze voorzieningen sterk jullie gebruik van de computers in de les.</p> <p>a. Heb jij het gevoel dat je daar nu beter mee om kan gaan?</p>
<p>b. Kun je een paar voorbeelden geven van manieren waarop je daarmee omgaat?</p>
<p>c. Hoe heeft het DPICT project je daarbij geholpen?</p>
<p>d. Hadden we jullie hier nog meer in kunnen ondersteunen?</p>

5. Als laatste een vraag over de technische aspecten van de DWO. In het begin van het project waren er veel problemen met het aanmaken van klassen, inloggen van leerlingen en toegang krijgen tot de modules.

a. Heb jij het gevoel dat je dat nu wel goed in de vingers hebt?

b. Hoe heeft het DPICT project je daarbij geholpen?

c. Hadden we jullie hier nog meer in kunnen ondersteunen?

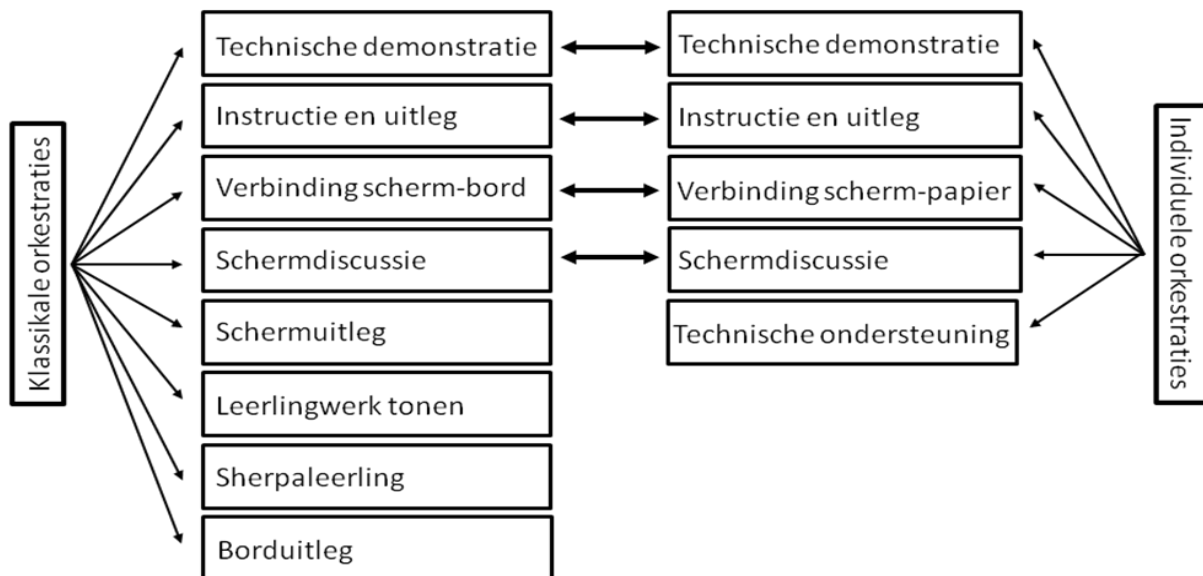
Bijlage 3 Overzicht van data

Type data	Aantal docenten	Verzamelmoment
Video's lesobservaties	11	Gehele jaar
Verslagen lesobservaties	8	Gehele jaar
Toetsresultaten meetkunde	12	Na meetkundemodule
Toetsresultaten lineaire vergelijkingen	12	Na module lineaire vergelijkingen
Toetsresultaten kwadratische vergelijkingen	11	Na module kwadratische vergelijkingen
Interviewformulieren	10	Netwerk 4, 17 april 2012
ICT-attitudevragenlijst 1	12	Netwerk 1, 13 september 2011
ICT-attitudevragenlijst 2	12	Netwerk 5, 19 juni 2012
Lesblogs meetkunde	11	Meetkundemodule
Lesblogs lineaire vergelijkingen	10	Module lineaire vergelijkingen
Lesblogs kwadratische vergelijkingen	10	Module kwadratische vergelijkingen
Activiteit in Moodle-omgeving (aantal hits)	12	Gehele jaar
Video's netwerkbijeenkomst 1	12	Netwerk 1, 13 september 2011
Video's netwerkbijeenkomst 2	11	Netwerk 2, 22 november 2011
Video's netwerkbijeenkomst 3	11	Netwerk 3, 17 januari 2012
Video's netwerkbijeenkomst 4	10	Netwerk 4, 17 april 2012
Video's netwerkbijeenkomst 5	12	Netwerk 5, 19 juni 2012
Post-projectvragenlijst 1	10	Oktober 2012
Post-projectvragenlijst 2	6	November 2012
TPACK-kaart voor professionele ontwikkeling 1	12	Netwerk 1, 13 september 2011
TPACK-kaart voor professionele ontwikkeling 2	12	Netwerk 3, 17 januari 2012
TPACK-kaart voor professionele ontwikkeling 3	12	Netwerk 5, 19 juni 2012
Docentprofielen	6	Tussen 9 en 16 januari 2012
Forumberichten	5	Gehele jaar
Mailwisselingen met docenten	12	Gehele jaar
Verslagen netwerkbijeenkomsten 2 t/m 5	12	Netwerkbijeenkomsten
PowerPoint netwerkbijeenkomst 5	12	Netwerk 5, 19 juni 2012
Enquête-uitslag school	2	Einde schooljaar

Bijlage 4 Codeboek

Deze bijlage bevat het codeboek voor codes van orkestraties, TPACK en het oordeel over de manier waarop de TPACK-vaardigheden en kennis zijn toegepast.

Orkestraties



Figuur 9 Overzicht van indeling van klassikale en individuele orkestraties

Figuur 9 geeft een overzicht van de klassikale orkestraties, die als volgt zijn omschreven:

- De orkestratie TECHNISCHE DEMONSTRATIE staat voor de demonstratie van de verschillende technieken van de DWO door de docent. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de technologie, voorzieningen voor het projecteren van het computerscherm en een klassikale opstelling die het voor de studenten mogelijk maakt om de demonstratie te volgen. Binnen de exploitatiemodus kunnen docenten een techniek demonstreren in een nieuwe situatie of taak, of leerlingwerk gebruiken om nieuwe technieken te laten zien.
- De orkestratie INSTRUCTIE EN UITLEG staat voor een klassikaal gesloten onderwijsleergesprek waarbij de docent kennis en inzichten overdraagt. Het doel is het stapsgewijs oprispen, verdiepen en verwerken van kennis. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, projectievoorzieningen en een klassikale opstelling die het onderwijsleergesprek ondersteunt. Binnen de exploitatiemodus stelt de docent gesloten vragen of geeft een taak die is gebaseerd op wat in één van de activiteiten werd gevraagd. De docent neemt de door directe instructie verkregen inbreng van de leerlingen als uitgangspunt voor de uitleg. Er is geen sprake van interactie tussen de leerlingen.
- In de orkestratie VERBINDING SCHERM-BORD benadrukt de docent de relatie tussen wat er gebeurt in de technische omgeving en hoe dit wordt gerepresenteerd in conventionele wiskunde op papier, in het boek en op het bord. Naast toegang tot technologie en projectiefaciliteiten zijn ook een bord en een klassikale opstelling waarbij het scherm en het bord zichtbaar zijn inbegrepen in de didactische configuratie. De exploitatiemodus van de docent kan uitgaan van het leerlingwerk of van een taak of probleemsituatie die de docent zelf kiest.
- SCHERMDISCUSSIE staat voor een klasseleergesprek over wat er op het scherm gebeurt. Het doel is om de collectieve instrumentele genese te stimuleren. De didactische configuratie bevat wederom toegang tot de technologie en projectievoorzieningen, bij voorkeur toegang tot leerlingwerk en een klassikale opstelling die de discussie ondersteunt. Binnen

- de exploitatiemodus kan worden uitgegaan van leerlingwerk, een taak, of een probleem of benadering die door de docent is gekozen.
- De orkestratie SCHERMUITLEG staat voor klassikale uitleg door de docent aan de hand van wat er op het scherm gebeurt. Er is mogelijk interactie met leerlingen, maar die is gesloten van karakter. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, projectievoorzieningen en een klassikale opstelling die het mogelijk maakt de uitleg te volgen. Als exploitatiemodus kan de docent uitgaan van leerlingwerk en dat bespreken, of zelf een techniek voorstellen en die dan toelichten of uitleggen.
 - De orkestratie LEERLINGWERK TONEN is technologie-specifiek en geïnstrumenteerd door de DWO. De docent zet interessant digitaal werk van leerlingen in bij de klassikale discussie om leerlingen aan te zetten tot redenering. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, projectievoorzieningen, een klassikale opstelling die het mogelijk maakt dat leerlingen het leerlingwerk kunnen volgen en toegang tot de DWO tijdens de voorbereiding van de les. Bij de exploitatiemodus vraagt de docent aan de leerlingen van wie het werk wordt getoond of ze hun redenering kunnen verklaren. Andere leerlingen worden gevraagd naar reacties.
 - Bij de orkestratie SHERPALEERLING gaat het erom dat een leerling de knoppen bedient, hetzij om zijn/haar uitwerking te presenteren, hetzij om te doen wat de docent vraagt. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, projectievoorzieningen en een klassikale opstelling waarbij de leerling eenvoudig bij de knoppen kan en de leerling en de docent beiden te volgen zijn voor de klas. De exploitatiemodus kan uitgaan van het leerlingwerk wat de leerling kan presenteren, uitleggen of toelichten. Het kan ook dat de docent vragen stelt aan de leerling of de leerling opdracht geeft om bepaalde bewerkingen in het applet uit te voeren.
 - De orkestratie BORDUITLEG staat voor de standaard klassikale uitleg die de docent voor het bord doet. Deze lesvorm gebruikten docenten al voor het DPECT-project. Onderdeel van de didactische configuratie is een klassikale opstelling die het voor elke leerling mogelijk maakt het bord te zien. De exploitatiemodus gaat uit van een deel van de theorie of een taak die klassikaal door de docent wordt behandeld.

Figuur 9 geeft een overzicht van de individuele orkestraties, die als volgt zijn omschreven:

- TECHNISCHE DEMONSTRATIE staat voor de demonstratie van technieken door de docent tijdens een werk-en-loop-langs situatie. Het doel is om belemmeringen als gevolg van onwetendheid in het gebruik van de bediening van de knoppen weg te nemen. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, faciliteiten waarmee elke leerling hiertoe toegang heeft en een klaslokaal waarin de docent de individuele leerling apart kan begeleiden. Een mogelijke exploitatiemodus is het behandelen van een techniek in een nieuwe situatie of taak, of het toevoegen van nieuwe technieken naar aanleiding van een vraag van de leerling.
- De orkestratie INSTRUCTIE EN UITLEG staat voor een individueel onderwijsleergesprek: een één op één gesprek tussen docent en leerling waarbij de docent vragen stelt. Het gesprek is erop gericht om de leerling zijn handelen en denken te laten verantwoorden, de oplossing van een vraagstuk te vinden, maar vooral ook de leerling inzicht te geven in de wiskunde achter een bepaalde taak. Als onderdeel van de didactische configuratie moet het klaslokaal zodanig zijn ingericht dat de leerlingen individueel toegang hebben tot de DWO en dat de docent hierlangs kan lopen en de leerlingen individueel kan begeleiden. Binnen de exploitatiemodus is één van de activiteiten in de DWO het uitgangspunt van gesprek. Het doel van het gesprek wordt bepaald door de docent.
- Bij de orkestratie VERBINDING SCHERM-PAPIER benadrukt de docent de relatie tussen wat er in de technologische omgeving gebeurt en hoe deze wordt weergegeven op papier. Het doel

is om leerlingen te helpen om dat wat met ICT wordt geleerd op de juiste manier toe te passen wanneer zij werken met pen en papier. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO en bijbehorende voorzieningen en de mogelijkheid om te wisselen tussen papier en scherm. Bij de exploitatiemodus is het leerlingwerk het uitgangspunt voor de uitleg. De docent maakt handelingen die in de DWO impliciet plaatsvinden expliciet door deze op papier weer te geven.

- SCHERMDISCUSSIE staat voor een gesprek rond het scherm tussen de docent en individueel of in paren werkende leerlingen tijdens het zelfstandig werken. Het doel van het gesprek wordt niet van tevoren door de docent bepaald en het is de leerling die de richting van het gesprek bepaalt. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO, de mogelijkheid om te kijken naar het werk van de leerling en een klaslokaal waarin de docent eenvoudig met een individuele leerling in gesprek kan gaan. Bij de exploitatiemodus bepaalt de leerling de richting van het gesprek, door te verwoorden waar de moeilijkheid zit.
- TECHNISCHE ONDERSTEUNING staat voor de ondersteuning die de docent aan individuele leerlingen biedt bij technische problemen met de DWO, zoals problemen met inloggen. De ondersteuning komt voort uit een vraag van de leerling, een probleem met de DWO, of de vraag van de docent. Onderdelen van de didactische configuratie zijn toegang tot de DWO en een klaslokaal waarin de docent individuele leerlingen kan helpen. Bij de exploitatiemodus is de ondersteuning veelal kort en directief van vorm.

TPACK-codes

Categorieën

- PA: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar pedagogische kennis en vaardigheden, hier op te vatten als wiskundendidactische kennis en vaardigheden.
- CK: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar 'content knowledge', hier op te vatten als wiskundige vakvaardigheden en vakkennis.
- TK: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar technologische kennis en vaardigheden.
- PACK: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar kennis en vaardigheid op het gebied van wiskundige vakinhoud en vakdidactiek.
- TPA: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar kennis en vaardigheid met betrekking tot het didactisch inzetten van technologie in de wiskundeles.
- TCK: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar kennis en vaardigheid op het gebied van wiskundige vakinhoud en het gebruiken van technologie.
- TPACK: de docent maakt in de interactie met leerlingen gebruik van zijn/haar kennis en vaardigheid op het gebied van zowel wiskundige vakinhoud als vakdidactiek als technologie.

Oordeel

- + Oordeel: de docent past de kennis en vaardigheden van de toegekende TPACK code adequaat toe.
- 0 Oordeel: bij een neutrale of onduidelijke TPACK clip wordt een 0 toegekend.
- – Oordeel: de docent past de kennis en vaardigheden van de toegekende TPACK code adequaat toe. Mogelijke redenen voor een negatief oordeel: de docent toont een gebrek in zijn vakkennis of technische kennis, de docent begrijpt de vraag van de leerling niet, of de docent beantwoordt de vraag van de leerling niet.

Bijlage 5 Publicatieplan

De beoogde onderzoeksoutput van dit onderzoek omvat de volgende publicaties:

- Besamusca, A. & Drijvers, P. (2013). *The impact of participation in a community of practice on teachers' professional development concerning the use of ICT in the classroom*. Paper submitted to PME conference.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Van den Heuvel, C., Doorman, M., & Boon, P. (2013). Digital technology and mid-adopting teachers' professional development: a case study. (submitted). In A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Eds.), *The mathematics teacher in the digital era* (pp. -). New York / Berlin: Springer.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M., & Boon, P. (2013). *Docentpraktijken in ICT-rijk wiskundeonderwijs. Onderzoeksrapport*. Zoetermeer: Kennisnet.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M., & Boon, P. (2013). Digital resources inviting mathematics teachers' professional development: the case of the DP ICT project. (submitted). *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*.