

Titel:

Méer dan het krijtje

Docentpraktijken bij gebruik van ICT in het wiskundeonderwijs

Naam: Cora van den Heuvel

Studentnummer: 3377040

Aantal ECTS: 30

Beoordelaars: Dr. P.H.M. Drijvers p.drijvers@uu.nl
Dr. M. Doorman m.doorman@uu.nl

Artikel voor: Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen
Aanbevolen hoeveelheid woorden: 5000 en 7000
Samenvatting: 100-150 woorden
Engelse samenvatting

Doelgroep: Wiskundedocenten, didactici, docentopleiders en andere geïnteresseerden.

Méér dan het krijtje

Docentpraktijken bij gebruik van ICT in het wiskundeonderwijs

Samenvatting

De integratie van onderwijs waarin ICT wordt gebruikt is voor de gemiddelde docent niet vanzelfsprekend. Eén van de redenen hiervoor is een gebrek aan passende handelingspraktijken en didactieken om ICT in te zetten. In het hier beschreven onderzoek wordt nagegaan welke docentpraktijken passend zijn bij de inzet van ICT in het voortgezet wiskundeonderwijs en hoe docenten ondersteund kunnen worden om zich deze eigen te maken. Als theoretisch kader diende de instrumentele benadering en het TPACK-model. Twee 'mid-adopting' wiskundedocenten gebruikten in een tweetal interventies in klas 2 havo-vwo applets ingebed in een digitale leeromgeving. Ter bevordering van de professionele ontwikkeling vond ondersteuning plaats binnen een community van docenten en onderzoekers die contact met elkaar hadden tijdens bijeenkomsten en via een virtueel platform. De data bestonden uit lesobservaties, mini-interviews met docenten, een vragenlijst voor docenten en door de docenten geschreven blogs en zelfrapportages over hun ontwikkeling aangaande TPACK. De resultaten laten zien dat het didactisch handelen van docenten wordt bepaald door hun visie op onderwijs en ICT en tevens wordt aangepast aan de door de aanwezigheid van ICT veranderende situatie. Zowel uit de zelfrapportages als uit het spreken over het handelen blijkt een meer doordachte en zelfbewustere houding aangaande het gebruik van ICT in het onderwijs. De docenten profiteerden van hun deelname aan een wederzijds proces van professionele ontwikkeling waarbij vooral de daadwerkelijke ontmoeting tussen de deelnemers van belang was.

Inleiding

Terwijl apps, smart-phones, sociale media en andere ICT-toepassingen in een hoog tempo de maatschappij rondom de school veroveren, hanteert een meerderheid van de wiskundeleraren tijdens hun les een krijtje of whiteboard marker. Ondanks de hoge verwachtingen van het gebruik van ICT als een natuurlijk en vanzelfsprekend onderdeel in de wiskundelessen van het voortgezet onderwijs blijkt de daadwerkelijke inzet ervan door docenten gecompliceerd (Trouche & Drijvers, 2010). Niettemin zijn er de afgelopen jaren activiteiten geweest om onderwijsmateriaal voor het leren en onderwijzen van wiskunde te ontwikkelen waarin ICT een grote rol speelt (zie bijvoorbeeld www.wisweb.nl of Wikiwijs). Bij dit ontwikkelproces is echter maar een kleine groep docenten betrokken, namelijk juist die docenten die niet of in heel kleine mate gehinderd worden door eventuele obstakels die het gebruik van ICT met zich meebrengt, maar deze met enthousiasme en inzet overwinnen. Het onderwijzen van wiskunde in een leeromgeving waarin ICT wordt gebruikt, vereist van de docent weloverwogen keuzes in het begeleiden en ondersteunen van de lerende. De bekwaamheid van de docent om een leeromgeving met behulp van ICT te creëren is cruciaal om het leren van de leerlingen tot hun recht te laten komen (Guin & Trouche, 1999).

Docenten met weinig of geen ervaring in het toepassen van ICT in hun onderwijspraktijk, zogenaamde 'mid-adopters', worden echter vaak afgeschrikt door technische of

inhoudelijke problemen die zij tegenkomen. Wanneer deze docenten op een efficiënte wijze gebruik willen maken van ICT in hun onderwijs, moeten zij een nieuw repertoire aan handelingspraktijken en didactieken ontwikkelen. Dit nieuwe repertoire, dat voortvloeit uit het gebruik van technische hulpmiddelen, moet worden geïntegreerd in de bestaande onderwijspraktijken van deze docenten en tevens passen bij hun visie op wiskundeonderwijs (Billington, 2009; Pierce & Ball, 2009).

Om het gebruik van onderwijsmateriaal gebaseerd op technologie in de wiskundeles te stimuleren is het essentieel dat vooral minder ervaren docenten worden ondersteund in de ontwikkeling van bovengenoemd repertoire. Vanwege de essentiële en tevens ingewikkelde rol van de docent in het integratieproces van ICT in de wiskundeles (Artigue, 2002) is het de moeite waard om na te gaan welke docentpraktijken passend zijn bij de inzet van ICT in het voortgezet wiskundeonderwijs en hoe minder ervaren docenten ondersteund kunnen worden om zich deze eigen te maken.

1. Theoretisch kader

Hieronder bespreken we allereerst een theoretisch model om docentpraktijken te beschrijven. Vervolgens gaan we in op een model waarmee het leren en handelen van docenten betreffende de integratie van ICT in kaart kan worden gebracht.

De instrumentele orkestratie

Uit eerder onderzoek naar pedagogische praktijken bij het gebruik van ICT in de klas blijkt het theoretische kader van de instrumentele benadering nuttig te zijn om dergelijke praktijken te beschrijven en te analyseren (Drijvers, 2007). Deze benaderingswijze onderstreept het belang van instrumenten voor de ontwikkeling van wiskundige activiteiten en benadrukt de verantwoordelijkheid van de docent voor deze instrumenten (Trouche, Drijvers, 2010; Trouche, 2004). De instrumentele benadering onderkent de moeilijkheden van de integratie van technologie binnen het wiskundeonderwijs (Artigue, 2002).

Uitgangspunt van de instrumentele benadering is de metafoer van de docent als dirigent van de verschillende "instrumenten" in de klas. Instrumentele orkestratie wordt gedefinieerd als de intentionele en systematische organisatie door de leraar van de verschillende artefacten in een leeromgeving. De bedoeling van deze orkestratie is de gelijktijdige ontwikkeling bij de leerlingen van cognitieve schema's voor het uitvoeren van een bepaalde taak met behulp van deze artefacten, en technieken voor het gebruik ervan.

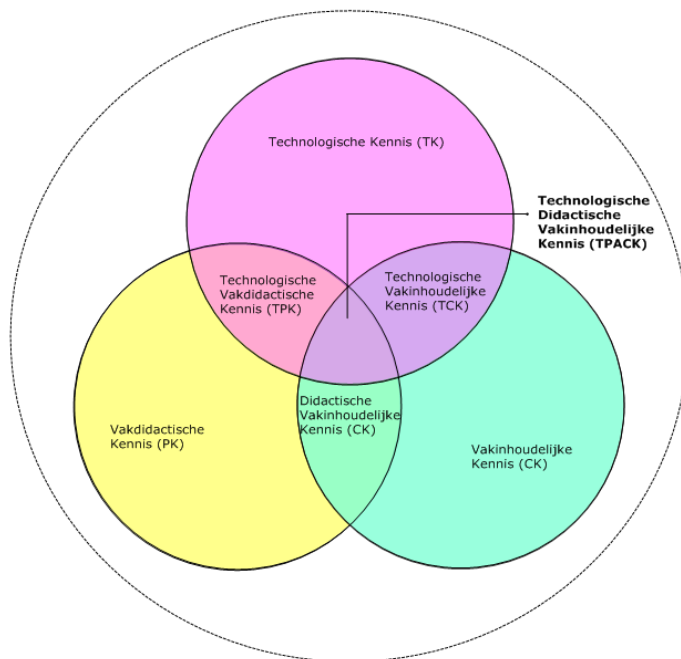
Een instrumentele orkestratie bestaat uit drie elementen. Het eerste is de didactische configuratie, de configuratie van de artefacten in de leeromgeving, met inbegrip van de technologische hulpmiddelen en allerlei praktische zaken, aangepast aan de wiskundige taken waaraan de leerlingen werken. Het tweede is een exploitatie-modus, de manier waarop de docent de configuratie precies invult ten behoeve van zijn of haar didactische bedoeling. Het laatste is een didactische uitvoering, de manier waarop de les in de praktijk daadwerkelijk wordt uitgevoerd.

Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer (2010) identificeren bij de beschrijving van pedagogische praktijken zes klassikale orkestratietypes, te weten Technische-demonstratie, Scherm-uitleggen, Klassengesprek-rond-het-scherm, Verbinding-scherm-bord, Spotten-en-showen en Sherpa-leerling. Enkele van deze identificaties zijn ICT-

specifiek en andere lijken op bekende praktijken uit het wiskundeonderwijs waarbij ICT niet wordt gebruikt (Drijvers, 2012). Ook beschrijft Drijvers de rol van de docent in een niet-klassikale orkestratie Werk-en-loop-langs, waarbij leerlingen zelfstandig aan het werk zijn met behulp van digitale middelen (Drijvers, 2012).

Het leren van docenten

Om inzicht te krijgen in de kennis en vaardigheden die docenten nodig hebben en ontwikkelen tijdens hun deelname aan het onderzoek wordt het model van de, in Engelse termen aangegeven, technological pedagogical content knowledge (TPACK)¹ gebruikt (Koehler, Mishra, & Yahya, 2007). Het TPACK-model biedt een beschrijving van de kennisbasis die een docent nodig heeft om ICT te gebruiken in de eigen onderwijspraktijk. Het bouwt voort op een ouder model, pedagogical content knowledge (PCK), dat de samenhang tussen vakinhoudelijke, in dit geval wiskundige, didactische en pedagogische kennis en vaardigheden weergeeft. De uitbreiding naar TPACK bestaat hierin dat ook technologische kennis nu een plaats heeft (Voogt, Fisser, & Tondeur, 2010). Figuur 1 laat de relatie zien tussen de verschillende kennisdomeinen van het model.



Figuur 1. De relatie tussen de verschillende kennisdomeinen van het TPACK-model.

In dit onderzoek wordt het TPACK-model gebruikt om de kwaliteiten en ontwikkelbehoeften van docenten ten aanzien van het gebruik van ICT in hun onderwijspraktijk in kaart te brengen.

Bovengenoemde modellen bieden handvatten bij de analyse van docentpraktijken. Daarnaast kan het orkestratiemodel een rol spelen in het expliciteren en bespreekbaar maken van docentpraktijken. De elementen uit het TPACK-model, zoals afgebeeld in figuur 1, kunnen ondersteuning bieden bij de bewustwording van en reflectie op de competenties die docenten nodig hebben om de inzet van ICT in de wiskundeles tot de normale routine te laten behoren.

¹ Zie ook: www.tpack.org

2. Onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is ten eerste het inventariseren van de praktijken die wiskundedocenten met weinig ervaring met ICT in hun onderwijspraktijk hanteren bij het gebruik van online leeractiviteiten en ten tweede het in kaart brengen van de kennisontwikkeling waarmee dit gepaard gaat. We hebben daarvoor de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Welke docentpraktijken hanteren docenten die weinig ervaring hebben met ICT in de wiskundeles om online leeractiviteiten op een, naar hun oordeel, passende wijze in te zetten in hun onderwijspraktijk?
2. Welke ontwikkelingen in kennis en vaardigheden ten aanzien van deze docentpraktijken ervaren docenten door deelname aan een collegiale community?

Passend wil hier zeggen dat de gehanteerde praktijken passen bij de visie van de betreffende docent op wiskundeonderwijs en ICT.

Voor het beantwoorden van de eerste deelvraag worden docentpraktijken beschreven in termen van het orkestratiemodel. Er worden docentpraktijken verwacht die samenhangen met de visie van docenten op wiskundeonderwijs en ICT (Drijvers et al., 2010). Tevens wordt verwacht dat de docenten tijdens het onderzoek hun repertoire aan docentpraktijken zullen uitbreiden.

Op grond van de interventie die bestaat uit het uitvoeren van de lessenseries en de reflectie als gevolg van de deelname aan de collegiale community wordt verwacht dat dit zal leiden tot een ontwikkeling in docentpraktijken. De tweede onderzoeksvraag zal daarom worden beantwoord door beschrijvingen van de kwaliteiten en ontwikkelingen van docenten ten aanzien van het gebruik van ICT in hun onderwijspraktijk in termen van het TPACK-model.

3. Methodologie en onderzoekopzet

Onderzoekssetting

Het hier beschreven deelonderzoek werd uitgevoerd binnen een groter onderzoek: *DocentPraktijken in ICT-rijk wiskundeonderwijs* (DPICT²), een project in het onderzoeksprogramma 'Kennis van Waarde Maken' van Kennisnet. Voor dit project was een collegiale community van twaalf docenten en vier onderzoekers ingericht, die elkaar in vijf netwerkbijeenkomsten ontmoetten en daarnaast ook contact hadden via een virtueel platform. Tijdens de netwerkbijeenkomsten was er de gelegenheid om praktijken uit te wisselen en verder te ontwikkelen en brachten de onderzoekers informatie in.

ICT-omgeving

In zowel het DPICT-project als het hier beschreven deelonderzoek werd de Digitale Wiskunde Omgeving (DWO)³ gebruikt. De DWO combineert wiskundige inhoud, een beheerderssysteem, een ontwerptool en de registratie van leerlingen in een op het web gebaseerde omgeving. Deze digitale omgeving is eenvoudig op de deelnemende scholen in te passen en wordt zowel op VO-scholen als door methodeontwikkelaars in Nederland

² Zie www.fisme.uu.nl/dpict

³ Zie www.fi.uu.nl/dwo

op grote schaal gebruikt. De modules voor dit project werden ontworpen door de DWO-experts van het Freudenthal Instituut en betroffen de onderwerpen meetkunde en lineaire vergelijkingen⁴. De modules zijn voor het grootste deel hoofdstukvervangend. De laatst genoemde module werd al in een eerder onderzoek⁵ gebruikt en aangepast op basis van de opgedane ervaringen daarmee. In de meetkundemodule werden ook onderdelen van het programma GeoGebra⁶ gebruikt.

Deelnemers

De twee aan dit deelonderzoek deelnemende docenten, beiden werkzaam aan dezelfde school, wilden graag ICT in hun lessen gebruiken en namen vrijwillig deel aan het DPICT-project. Zij participeerden met twee havo-2 klassen en hadden beiden in het voorafgaande schooljaar minder dan 20 uren ICT in hun lessen gebruikt. De docenten waren gekozen vanwege hun verschil in opleidingsniveau, voorkennis en ervaring. Daarnaast waren er praktische redenen zoals de geografische ligging van hun school en de tijdplanning van hun lessen. Docent A heeft een eerstegraads bevoegdheid en geeft les in de onder- en bovenbouw van havo en vwo. Zij heeft ruim 18 jaar ervaring als wiskundedocent. Zij gebruikte de computer in haar lessen soms bij de afsluitende ICT-paragraaf uit het methodeboek. Docent B is tweedegraads bevoegd, heeft meer dan 25 jaar ervaring in de onderbouw en ging nooit naar het computerlokaal.

Instrumenten

Identificatie van docentpraktijken

Voor het identificeren van de docentpraktijken was door de onderzoekers van het DPICT-project een template ontwikkeld waarin de docenten hun beschrijving van de lessen konden rapporteren. Het template was beschikbaar in een virtuele omgeving in Moodle. Deze omgeving bood de docenten de mogelijkheid om te communiceren, materiaal en ervaringen uit te wisselen, blogs bij te houden en online vragenlijsten in te vullen.

De passendheid van de waargenomen docentpraktijken werd onderzocht aan de hand van de door de docenten geschreven blogs, door het afnemen van mini-interviews na de opgenomen lessen en door middel van een vragenlijst betrekking hebbend op de visie op wiskundeonderwijs en ICT die bij aanvang van het onderzoek werd ingevuld.

Monitoren van de professionele ontwikkeling

Om de professionele ontwikkeling van de docenten in kaart te brengen werden zij gevraagd zelfrapportages over de kennisdomeinen van TPACK te schrijven. Daarnaast werden de door de docenten geschreven blogs en de na de observaties gehouden mini-interviews geanalyseerd op ontwikkelingen in kennis, vaardigheden en attitudes op het gebied van ICT-integratie.

Data

Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen werden verschillende typen data verzameld. Tabel 1 geeft de samenhang weer tussen de onderzoeksvragen en de verzamelde data.

⁴ Zie: www.fi.uu.nl/dwo/dpict

⁵ Zie <http://www.fi.uu.nl/ffdwo/>

⁶ Zie www.geogebra.org

Tabel 1. Het verband tussen onderzoeksvragen en data.

Onderzoeksvraag	Data
Welke docentpraktijken hanteren docenten die weinig ervaring hebben met ICT in de wiskundeles om online leeractiviteiten op een, naar hun oordeel, passende wijze in te zetten in hun onderwijspraktijk?	<i>Docentpraktijken:</i> Lesobservaties Zelfrapportages van docenten d.m.v. blogs <i>Passendheid van docentpraktijken:</i> Attitudevragenlijst voor de interventie
Welke ontwikkelingen in kennis en vaardigheden ten aanzien van deze docentpraktijken ervaren docenten door deelname aan een collegiale community?	Zelfrapportages van docenten d.m.v. blogs Mini-interviews na lesobservaties Interview over ontwikkeling na afloop van het onderzoek Zelfrapportages met TPACK registratiekaarten

De attitudevragenlijst werd één keer afgenomen aan het begin van het onderzoek. De docentpraktijken werden vastgelegd door observatie en video-opnamen, twee lessen van 50 minuten per docent en per lessenserie, dus 8 lessen in totaal. De lessen werden door de docenten beschreven in de blogs. De TPACK registratiekaarten werden in totaal twee keer door de docenten ingevuld.

Data-analyse

De zelfrapportages met beschrijvingen van de lessen werden geanalyseerd met behulp van de zeven eerder beschreven orkestratietypes en uitgebreid met nog niet beschreven orkestraties. Codering van 22 episodes (20%) door een tweede beoordelaar heeft geleid tot een goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van 0,77 (Cohens kappa). Kwalitatieve data-analyse werd toegepast met behulp van ATLAS.ti⁷ op de gegevens uit de zelfrapportages, de lesobservaties en de ingevulde vragenlijsten. Daarbij waren de concepten van TPACK richtinggevend. ATLAS.ti ondersteunt de samenhangende analyse van verschillende typen kwalitatieve gegevens, vereenvoudigt het delen en het bespreken van het onderzoek met anderen en draagt zo bij aan de betrouwbaarheid en navolgbaarheid van het onderzoek (Van Nes & Doorman, 2010).

4. Resultaten

De hieronder beschreven resultaten bestaan uit vier onderdelen. De eerste drie hebben betrekking op de eerste onderzoeksvraag, namelijk (1) een beschrijving van de waargenomen docentpraktijken in termen van het in het theoretisch kader genoemde orkestratiemodel en hun relatie met al eerder beschreven orkestraties, (2) de verdeling van deze orkestraties voor elk van de twee deelnemende docenten afzonderlijk en (3) docentprofielen met betrekking tot door hen gebruikte orkestraties en hun visie op de rol van ICT en wiskundeonderwijs. Het laatste onderdeel, (4) een beschrijving van de ontwikkelingen in kennis en praktijken in termen van de verschillende domeinen uit het TPACK-model, hangt samen met de tweede onderzoeksvraag.

⁷ Ontworpen en geproduceerd door ATLAS.ti GmbH in Berlijn

4.1. Beschrijving van geobserveerde docentpraktijken en hun onderlinge relaties

Uitgangspunt bij de classificatie van de geobserveerde docentpraktijken waren de zes klassikale orkestraties die in eerder onderzoek zijn beschreven, namelijk Technische-demonstratie, Scherm-uitleggen, Klassengesprek-rond-het-scherm, Verbinding-scherm-bord, Spotten-en-showen en Sherpa-leerling (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer, 2010). Hiermee konden de waargenomen klassikale docentpraktijken grotendeels worden geclassificeerd. Eén nieuwe orkestratie was nodig, te weten: Onderwijsleergesprek-rond-het-scherm.

In een dergelijk onderwijsleergesprek voert de docent een gestructureerd klassikaal gesloten onderwijsleergesprek rondom het scherm waarin hij/zij kennis en inzichten overdraagt door een dialoog met individuele leerlingen, met als doel het opfrissen, verdiepen en verwerken van kennis. De docent is gespreksleider en brengt de leerlingen stapsgewijs tot kennis en inzichten, door het stellen van vragen of het geven van korte opdrachten, gebaseerd op wat in één van de activiteiten wordt gevraagd. Ook kan de door directe instructie verkregen inbreng van de leerlingen als uitgangspunt worden genomen voor het gesprek. Tussen de leerlingen onderling is geen interactie, zij reageren niet op elkaar. De didactische configuratie bestaat uit toegang tot de DWO of een grafisch programma waarbij een algebraïsche invoer mogelijk is, de mogelijkheid voor projectie zodat alle leerlingen de uitleg kunnen volgen en een klaslokaal dat gunstig is voor een onderwijsleergesprek.

Drijvers (2012) beschrijft de rol van de docent in een niet-klassikale orkestratie Werk-en-loop-langs, waarbij leerlingen zelfstandig aan het werk zijn met behulp van digitale middelen. Resultaat van de analyse van dergelijke werk-en-loop-langs situaties is dat deze individuele orkestraties kunnen worden onderverdeeld in: *Gesprek-rond-het-scherm*, *Onderwijsleergesprek*, *Sterk-gestuurde-instructie*, *Scherm-uitleggen*, *Technische-demonstratie*, *Verbinding-scherm-schrift* en *Instrumenteel-technische-ondersteuning*. De didactische configuratie bij elk van deze onderdelen bestaat uit toegang tot de DWO, het kijken naar het werk van de leerling en een klaslokaal waarin de docent, tijdens het individueel werken aan de module, eenvoudig met een individuele leerling in gesprek kan gaan. We bespreken hieronder in het kort deze verschillende individuele orkestraties.

Individueel gesprek-rond-het-scherm

Gesprek rond het scherm tussen docent en individueel of in paren werkende leerling tijdens het zelfstandig werken. Het doel van het gesprek wordt niet tevoren door de docent bepaald en het is de leerling die richting geeft aan het gesprek, door onder andere te verwoorden waar de moeilijkheid zit.

Individueel onderwijsleergesprek

Eén op één gesprek tussen docent en leerling. De docent stelt vragen en 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.

Individueel sterk-gestuurde-instructie

Eén op één gesprek tussen docent en leerling waarbij de docent instructie geeft door middel van gesloten korte opdrachten of aanwijzingen, met als doel het leren van een handeling / strategie om tot de oplossing van een vraagstuk te komen. Het gesprek kan een combinatie zijn van het vertellen aan de leerling wat hij moet doen en de correctie van een handeling door het stellen van gesloten vragen.

Individueel scherm-uitleggen

Individuele uitleg door de docent van een begrip of eigenschap geleid door wat er op het scherm gebeurt. Het doel is om de wiskundige inhoud die aan de orde wordt gesteld te koppelen aan wat er op het scherm is te zien. Bijvoorbeeld door een abstracte situatie op het scherm te concretiseren met behulp van een getallenvoorbeeld of een meetkundige situatie uit te beelden.

Individuele technische-demonstratie

Demonstratie van technieken door de docent. Doel is om belemmeringen als gevolg van onwetendheid in het gebruik van de bediening van de knoppen weg te nemen.

Individuele verbinding-scherm-schrift

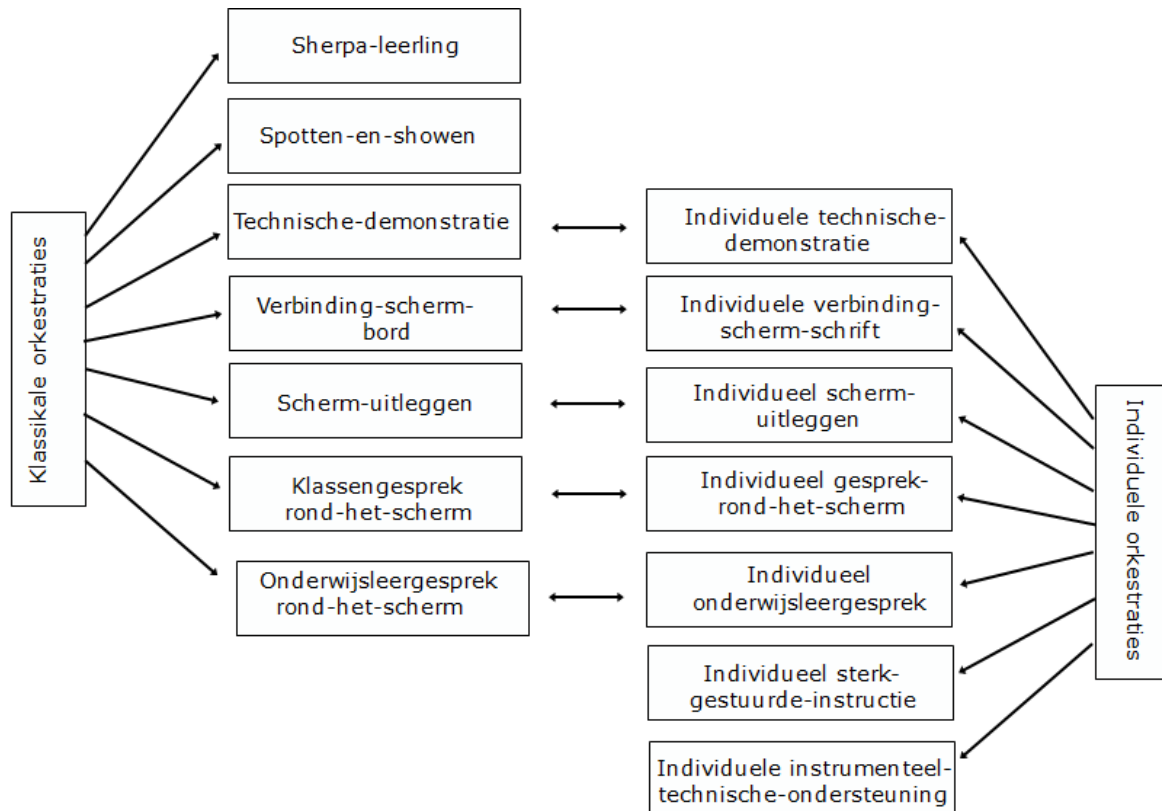
De docent benadrukt de relatie tussen wat er in de technologische omgeving gebeurt en hoe deze wordt weergegeven op papier. Doel is om leerlingen te helpen om dat wat met ICT wordt geleerd op de juiste manier toe te passen wanneer zij werken met pen en papier. Daarvoor maakt de docent bijvoorbeeld handelingen die op het kladblaadje in de DWO impliciet plaatsvinden expliciet door deze op papier weer te geven of vertelt hoe hij /zij de uitwerking wil zien wanneer deze op papier plaatsvindt.

De didactische configuratie bestaat naast de eerder genoemde onderdelen uit de mogelijkheid om te switchen tussen papier en scherm zodanig dat zowel scherm als schrift zichtbaar blijven.

Individuele instrumenteel-technische-ondersteuning

De docent geeft de leerling ondersteuning door praktische aanwijzingen wanneer er fouten zijn gemaakt met betrekking tot inloggen of ondersteunt de leerling wanneer de DWO beperkingen blijkt te hebben. In de praktijk had dit soms te maken met een probleem dat voortvloeide uit beperkingen van de online module zoals wanneer het gemaakte leerlingenwerk niet werd opgeslagen, de markeringen voor gelijke hoeken niet meer te verplaatsen waren of gestrengheid in de verwachting van een specifiek antwoord. Soms betrof het een verkeerde invoer bij het inloggen.

Tussen de klassikale en individuele orkestraties kunnen we verbanden leggen. Figuur 2 geeft de relatie tussen de verschillende klassikale en individuele orkestraties weer.



Figuur 2. Relatie tussen waargenomen klassikale en individuele orkestraties.

De klassikale praktijken Sherpa-leerling en Spotten-en-showen hebben logischerwijs geen individuele equivalent. Technische-demonstratie en Scherm-uitleggen komen zowel klassikaal als individueel voor, hetzelfde geldt voor Verbinding-scherm-bord al wordt bij de individuele variant natuurlijk naar het schrift verwezen. Sterk-gestuurde-instructie en Instrumenteel-technische-ondersteuning zien we alleen tijdens werk-en-loop-langs situaties.

4.2. Verdeling van de orkestratietypen per docent

Onderstaande tabel geeft de verdeling weer van de waargenomen orkestratietypen over de twee deelnemende docenten.

Tabel 2. Frequenties van de orkestraties bij docenten A en B.

	Docent A				Docent B			
	Meetkunde		Lineaire vergelijkingen		Meetkunde		Lineaire vergelijkingen	
Individuele orkestraties								
Gesprek-rond-het-scherm	0	0%	1	2%	0	0%	1	2%
Onderwijsleergesprek	0	0%	19	44%	10	45%	43	75%
Scherm-uitleggen	5	13%	0	0%	0	0%	1	2%
Sterk-gestuurde-instructie	7	18%	10	23%	3	14%	0	0%
Technische-demonstratie	6	16%	2	5%	2	9%	0	0%
Verbinding-scherm-schrift	0	0%	3	7%	0	0%	2	4%
Instrumenteel-technische-ondersteuning	20	53%	8	19%	7	32%	10	18%

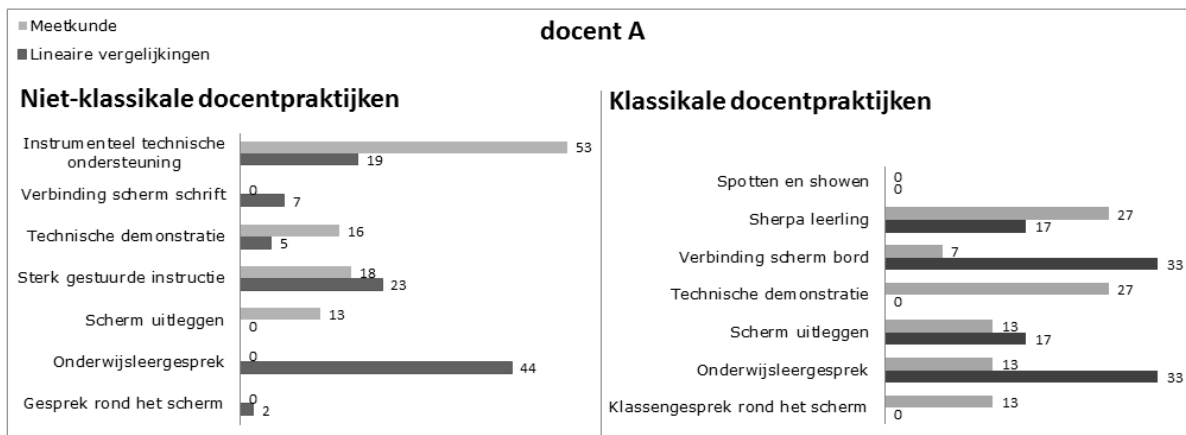
Totalen Individuele orkestraties	38	100%	43	100%	22	100%	57	100%
Klassikale orkestraties								
Klassengesprek-rond-het scherm	2	13%	0	0%	0	0%	0	0%
Onderwijsleergesprek	2	13%	2	33%	0	0%	0	0%
Scherm-uitleggen	2	13%	1	17%	0	0%	0	0%
Sherpa-leerling	4	27%	1	17%	0	0%	0	0%
Spotten-en-showen	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Technische-demonstratie	4	27%	0	0%	0	0%	0	0%
Verbinding-scherm-bord	1	7%	2	33%	0	0%	0	0%
Totalen Klassikale orkestraties	15	100%	6	100%	0	0%	0	0%

We zien een groot verschil tussen gehanteerde praktijken van beide docenten. Daarnaast is er ook een ontwikkeling in praktijken waar te nemen. We relateren voor elke docent de gekozen orkestraties aan hun visie.

4.3. Relatie tussen gebruikte orkestraties en docentprofielen

We zullen eerst voor iedere docent afzonderlijk de waargenomen orkestraties in verband brengen met hun visie op onderwijs en ICT. Vervolgens geven we voor beide docenten een docentprofiel en verklaren hoe de verdeling van de gekozen orkestraties daaruit volgt. Ten slotte vatten we de resultaten kort samen.

4.3.1. Docent A



Figuur 3. Verdeling van gehanteerde orkestraties bij docent A.

Uit figuur 3 blijkt dat docent A kiest voor zowel klassikale als individuele orkestraties. Zij ziet lesgeven vooral als contact maken met haar leerlingen en gebruikt de computer in haar lessen daarom het liefst in combinatie met een klassengesprek. Tijdens de uitvoering van de modules combineert zij haar lessen in een computerlokaal met haar normale manier van lesgeven zonder ICT. Gedurende de meetkundemodule plant zij, voordat de leerlingen zelfstandig aan het werk gaan, een klassikale instructie waarvan Technische-demonstratie en Scherm-uitleggen een onderdeel zijn. Zij probeert daarmee te voorkomen dat leerlingen later vast lopen. Dit past bij haar visie op het lesgeven met ICT. Zij onderschrijft de uitspraak 'Als docent moet je leerlingen duidelijk vertellen wat ze

met ICT moeten doen'. Ook het niveau van de module, vooral de meetkundemodule, heeft invloed op haar keuze voor orkestraties.

"Dit vraagt veel van ze. Dat heeft ook te maken met het niveau van de module. Zwakkere leerlingen worden er erg onzeker van of ik moet ze heel erg aan de hand gaan meenemen."

Deze neiging om leerlingen aan de hand te nemen zien we terug in de gesprekken tijdens werk-en-loop-langs situaties, waarin de nadruk ligt op het vooruit helpen van de individuele leerling. Dan kiest zij hoofdzakelijk voor Technische-demonstratie of Sterk-gestuurde-instructie. In dit laatste geval staat de stapsgewijze handeling om te komen tot de oplossing van het betreffende vraagstuk centraal.

Hoewel de inzet van een Sherpa-leerling de andere leerlingen gelegenheid biedt om actiever mee te doen, is de onderliggende gedachte dat zij dan het gevoel heeft meer te weten wat er achter het scherm bij de leerlingen gebeurt.

Tijdens de module lineaire vergelijkingen zien we zowel bij de klassikale als bij de werk-en-loop-langs situaties een sterke afname van de Technische-demonstratie. Dat was ook de verwachting, de meetkundemodule vereist van de leerlingen niet alleen een bepaalde vaardigheid in het werken met de DWO maar ook in het omgaan met een programma als GeoGebra.

De focus van docent A verplaatst zich tijdens de modules van alles willen doen naar minder doen maar wel goed. In de werk-en-loop-langs situaties vindt dan ook een verschuiving plaats aangaande de inhoud van de gesprekken. In plaats van gesloten docentgestuurde vraaggesprekken die zich voornamelijk richten op de handeling voert zij meer individuele onderwijsleergesprekken waarbij de nadruk op de wiskundige inhoud ligt. Uit deze handelwijze komt duidelijk naar voren hoe zij over onderwijs met ICT denkt.

"Leren met de computer is geen zelfstudie maar leren met de computer is ook erover praten en reflecteren."

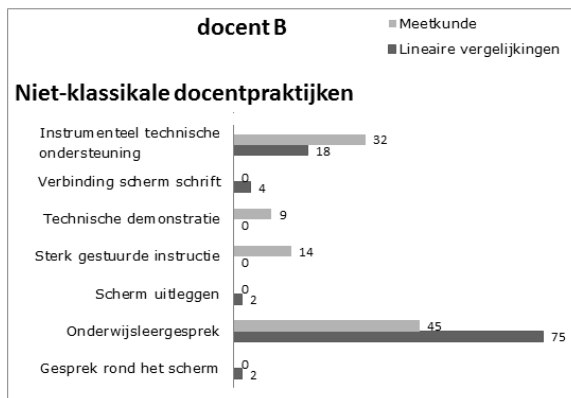
Haar visie op onderwijs met ICT is veranderd tijdens de deelname aan het samenwerkingsproject. Voorafgaande aan de deelname was zij daar cynisch over en vond dat je als echte docent gewoon met het krijtje werkt. Na afloop vindt zij dat ICT heel mooi is ter ondersteuning en om dingen te laten zien.

Haar keuze voor bepaalde orkestraties wordt ook beïnvloed door externe factoren zoals goede projectiemogelijkheden en tijd. Zij is het sterk eens met de uitspraak 'Docenten hebben niet genoeg tijd om ICT in de les op te nemen'. De orkestratie Spotten-en-showen gebruikt zij om die reden niet.

Op basis hiervan kunnen we docent A typeren als een docent die graag controle wil houden op het leerproces van de leerlingen. Daarbij past haar voorkeur voor docentgestuurde orkestraties in zowel de klassikale als individuele variant zoals Individuele instrumenteel-technische-ondersteuning, Individueel sterk-gestuurde-instructie, Technische-demonstratie en Verbinding-scherm-bord. Ook de inzet van een Sherpa-leerling past hierbij wanneer de taak die deze leerling moet uitvoeren sterk gestuurd is. Docent A ziet het als haar taak om wiskunde voor haar leerlingen *"hanteerbaarder te maken en hen er grip op te laten krijgen door erover na te denken en over te praten"*. ICT als onderdeel van haar les geeft haar extra mogelijkheden om wiskunde te leren door erover te praten en te reflecteren. Het verklaart haar keuze voor

het Klassengesprek-rond-het-scherm maar ook van het Onderwijsleergesprek in zowel de klassikale als werk-en-loop-langs situaties.

4.3.2. *Docent B*



Figuur 4. Verdeling van gehanteerde orkestraties bij docent B.

We zien in figuur 4, anders dan in figuur 3, geen verdeling van klassikale docentpraktijken. Docent B gebruikt de lessen in het computerlokaal namelijk vooral om leerlingen zelfstandig te laten werken en geen klassikale uitleg te geven. Deze praktijk past bij zijn visie op onderwijs met ICT, hij staat neutraal tegenover de volgende uitspraken 'Het gebruik van ICT geeft je als docent meer mogelijkheden om in klassengesprekken voort te bouwen op ideeën van de leerlingen' en 'Door het werken met ICT leren leerlingen op een wiskundige manier te communiceren'. Hij vindt het belangrijk dat leerlingen zelf ontdekken wat de bedoeling is en is het eens met de uitspraak 'Werken met ICT stimuleert leerlingen dingen uit te proberen'.

Hij ondersteunt zowel het ontwikkelen van inzicht en begrip als het reflecteren op wat gedaan is en stimuleert het nadenken van leerlingen door bij beide modules veelvuldig gebruik te maken van individuele onderwijsleergesprekken. Hij is het dan ook eens met de uitspraken 'ICT kan leerlingen helpen begrip en inzicht te ontwikkelen' en 'Door het werken met ICT leren leerlingen te reflecteren over wat ze geleerd hebben'.

In de manier van werken bij beide modules is er sprake van een kleine verandering. Bij de meetkundemodule zien we dat Technische-demonstratie, Sterk-gestuurde-instructie en Instrumenteel-technische-ondersteuning voorkomt. De eerste twee zien we niet meer terug bij de module lineaire vergelijkingen terwijl de Instrumenteel-technische-ondersteuning veel minder is geworden.

Wat betreft de Sterk-gestuurde-instructie, dit is een praktijk die mogelijk eenvoudiger is in te zetten wanneer men pas begint met de inzet van ICT tijdens de les. Wanneer het zelfvertrouwen toeneemt, komt er meer ruimte voor meer leerlinggestuurde orkestraties zoals Gesprek-rond-het-scherm. We zien deze dan ook terug, zij het nog op zeer bescheiden schaal, bij de module lineaire vergelijkingen evenals Verbinding-scherm-schrift en Scherm-uitleggen, die elk minder gericht zijn op de technische aspecten maar meer op de wiskundige inhoud.

Op basis hiervan kunnen we docent B typeren als iemand die de inzet van ICT in de klas als een mogelijkheid beschouwt om zijn leerlingen zelfontdekkend te laten leren in een werkvorm waarbij leerlingen zelfstandig werken. Dit verklaart de dominante aanwezigheid van niet-klassikale orkestraties. Hij ondersteunt op verzoek van de leerling.

Zijn rol als docent bij gebruik van ICT ziet hij enerzijds als helper bij problemen, waarbij zijn keuze voor Individuele instrumenteel-technische-ondersteuning past. Anderzijds ziet hij ICT als een middel om begrip en inzicht bij leerlingen te bewerkstelligen. Bijgevolg zien we een sterke voorkeur voor het Individuele onderwijsleergesprek waarin hij zich vragend opstelt richting de leerling en waarbij het structuren van het leerproces centraal staat.

Samengevat blijkt uit het bovenstaande een groot verschil tussen gehanteerde praktijken van beide docenten, die samenhangt met een verschillende visie op wiskundeonderwijs en ICT. De hier gevonden samenhang tussen gehanteerde praktijken en genoemde visie is in overeenstemming met de bevindingen in eerder onderzoek door Drijvers et al. (2010). De waargenomen ontwikkeling in gehanteerde praktijken heeft mogelijk te maken met een ontwikkeling in kennis van de verschillende domeinen uit het TPACK-model. In de volgende paragraaf beschrijven we de resultaten van die ontwikkeling in termen van het TPACK-model.

4.4. Ontwikkeling in kennis en praktijken in termen van het TPACK-model.

We beschrijven de resultaten uit de blogs en interviews voor elk van de domeinen uit het TPACK-model afzonderlijk.

4.4.1. *Docent A*

Technologische kennis

Docent A spreekt al tijdens de meetkundemodule met meer zelfvertrouwen over haar omgang met ICT in de klas. Haar ervaring is dat de problemen meestal snel op te lossen zijn en dat rustig blijven het beste is. Ten aanzien van technologische kennis en vaardigheid is er een verloop in de aard van de problemen die zij ervaart. In de meetkundemodule zijn dat vooral basale technische problemen die voortkomen uit het gebruik van de techniek zonder dat zij daar zelf inbreng in heeft. Voorbeelden daarvan zijn problemen met inloggen of het feit dat de DWO soms vastloopt. Bij de lineaire vergelijkingen zijn het specifiekere problemen die optreden juist omdat zij zelf manieren kiest om ICT toe te passen. Voor aanvang van de module lineaire vergelijkingen meldt ze dat het haar niet lukt om zelf de betreffende module toe te voegen aan de klas. Aan het einde van deze module komt haar toegenomen technologische kennis expliciet tot uiting in de praktijk; zij stelt zelf binnen de DWO een repetitie samen.

Technologische vakdidactische kennis

Docent A rapporteert tijdens de meetkundemodule over moeilijkheden zoals de bereikbaarheid en aandacht van de leerlingen in een computerlokaal. Dit is anders bij de module lineaire vergelijkingen, daar gaan de opmerkingen over de manier waarop zij met de module omgaat. Ze mist hier de opgaven met pen en papier om leerlingen structuur vast te laten leggen en mist de herhaallus die zij bij in haar normale lessen inbouwt. Tijdens het interview na afloop van de module lineaire vergelijkingen blijkt haar inzicht in de manier waarop ICT haar didactiek beïnvloedt. Ze kiest bewust voor het oefenen op papier naast het werken in de DWO omdat ze verwacht dat leerlingen het via de DWO op een bepaalde manier leren en dat het zonder het stappenidee van de DWO toch moeilijker is om het straks in het schrift ook zo te doen.

Technologische vakinhoudelijke kennis

Al uit de meetkundeblogs blijkt dat ze ICT niet altijd het geschiktste middel vindt om bepaalde vakinhoud inzichtelijk en begrijpelijk te maken. Bepaalde opdrachten in de module vindt ze te lastig en meer geschikt voor een klassikale behandeling. De manier waarop zij de moeilijkheden die zij ervaart op het gebied van vakinhoud en ICT tegemoet treedt verandert. Bij de meetkundemodule grijpt zij terug naar haar vertrouwde klassikale manier van lesgeven. Bij de module lineaire vergelijkingen signaleert zij dat de vakinhoud wordt beïnvloed door de aangeboden module.

"Ik zie dat leerlingen de balansmethode gebruiken zonder te beseffen wat ze nu willen uitrekenen."

en

"Leerlingen gaan gokken en komen daar heel ver mee. Gevolg is dat ze pas bij de moeilijke opgaven hun strategie moeten aanpassen. En dat is vaak te laat."

Zij probeert vervolgens de vakinhoud te ondersteunen door het toepassen van ICT.

Technologische vakdidactische vakinhoudelijke kennis

Met opmerkingen als: *"Ik zie de volgende les wel zitten"* en *"Ik heb er zin"* geeft docent A er tijdens de meetkundemodule blijk van dat zij zich in staat voelt om ICT, vakinhoud en didactiek te combineren. In eerste instantie, bij de meetkundemodule, gebruikt zij opgaven uit de DWO om leerinhouden te bespreken. Bij de module lineaire vergelijkingen kiest zij er echter voor om met behulp van een zelf opgebouwd scherm iets uit te leggen en combineert hiermee de mogelijkheden van ICT, vakinhoud, haar aanpak en het leren van de leerlingen. De deelname aan het samenwerkingsproject heeft een positief effect op de integratie van ICT in haar onderwijs. Na afloop van de modules vermeldt ze dat ze de opgedane ervaring ook inzet bij haar onderwijs in de bovenbouw.

4.4.2. Docent B

Technologische kennis

Uit de zelfrapportage van docent B in de lesblogs blijkt een toename van technologische kennis. Bij de meetkundemodule vraagt hij ICT-medewerkers om de voorkomende technische problemen op te lossen, bij de module lineaire vergelijkingen past hij ter plekke een wachtwoord aan en anticipeert op een mogelijk optredend probleem tijdens de toets door alvast een extra account aan te maken. Hij is na afloop van de modules positief over zijn toegenomen kennis en brengt die ook in praktijk door andere collega's te helpen met bijvoorbeeld het inloggen van leerlingen.

Technologische vakdidactische kennis

Bij de meetkundemodule rapporteert docent B vooral over de motivatie van leerlingen, het feit dat zij ondertussen met andere dingen op internet bezig zijn en de drukte die hij ervaart door iedereen persoonlijk te willen begeleiden. De mogelijkheid om de vorderingen van leerlingen te volgen gebruikt hij bij deze module alleen om zelf inzicht te krijgen in de voortgang van de leerlingen. Bij de module lineaire vergelijkingen projecteert hij deze vorderingen op de beamer en spoort de leerlingen zo aan om hun werk bij te houden. Bij de module lineaire vergelijkingen krijgt hij extra aandacht voor de zwakkere leerlingen. Verder stimuleert hij leerlingen om anderen te helpen en het daarbij niet voor moeten doen maar daadwerkelijk uit te leggen. Hij erkent dat het overschrijven

van het antwoorden van anderen een probleem is dat ook voorkomt wanneer er geen ICT wordt ingezet, maar geeft aan dat het hem nu meer opvalt.

Technologische vakinhoudelijke kennis

Bij de meetkundemodule blijkt uit de blogs dat docent B ervaart dat ICT invloed heeft op de vakinhoud. Hij merkt op dat de constructie van middelloodlijnen met behulp van cirkels in een klein tekenvlak verwarring geeft bij de leerlingen. Hij zoekt binnen de DWO naar andere mogelijkheden voor de constructie zodat het voor de leerlingen duidelijk blijft.

Technologische vakdidactische vakinhoudelijke kennis

Docent B is tijdens het samenwerkingsproject anders over ICT-gebruik gaan denken, voorheen zag hij het voornamelijk als extraatje achteraf als mogelijkheid om stof aan te bieden, maar niet helemaal als vervanging van het boek. Zijn lessen in het computerlokaal wisselt hij in de loop van het project dan ook weloverwogen af met lessen in een gewoon lokaal. Tijdens de module lineaire vergelijking kiest hij bewust om het werken in de DWO te combineren met opgaven uit de gebruikelijke methode. In het interview na afloop zegt hij het smartboard nu ook te gebruiken voor demonstratie. Ook is hij op internet op zoek naar dingen met meerwaarde om volgend jaar uit te proberen. Hij verwacht dus ICT in te zetten om bepaalde vakinhoud te onderwijzen en onderkent dat leren en onderwijzen veranderen als ICT wordt toegepast.

5. Conclusies en discussie

5.1. Conclusie

De eerste onderzoeksvraag in dit onderzoek luidde: Welke docentpraktijken hanteren docenten die weinig ervaring hebben met ICT in de wiskundeles om online leeractiviteiten op een, naar hun oordeel, passende wijze in te zetten in hun onderwijspraktijk?

Uit de analyse blijkt dat docenten hun didactisch handelen actief afstemden op de door de beschikbaarheid van ICT veranderde situatie in hun onderwijspraktijk. De bevindingen zijn grotendeels in lijn met de door Drijvers et al. (2010) beschreven klassikale orkestraties. De klassikale orkestratie Spotten-en-showen werd niet gebruikt, wel werd een nog niet eerder beschreven klassikale orkestratie gehanteerd, het Onderwijsleergesprek-rond-het-scherm.

Uit de resultaten blijkt dat er in werk-en-loop-langs situaties equivalente individuele praktijken werden toegepast. Dit geldt niet voor de klassikale praktijken Sherpa-leerling en Spotten-en-showen. Tijdens de werk-en-loop-langs situaties namen we twee nieuwe orkestraties waar die we Sterk-gestuurde-instructie en Instrumenteel-technische-ondersteuning hebben genoemd. Zij hebben geen klassikale equivalent.

De frequenties van de gehanteerde orkestraties waren per docent verschillend. Bij één docent was het repertoire gevarieerd en omvatte het zowel klassikale als individuele, voornamelijk docentgestuurde, orkestraties. De andere docent hanteerde alleen individuele orkestraties, waarbij leerlingen zelfstandig werkten. Hij bediende zich hoofdzakelijk van Instrumenteel-technische-ondersteuning en Onderwijsleergesprek.

De geobserveerde orkestraties konden worden verklaard met de uit de vragenlijst en mini-interviews verkregen data betreffende de visie van de docenten op wiskundeonderwijs en ICT. Eén docent hanteerde de praktijken Technische-demonstratie

en Sterk-gestuurde-instructie en was van mening dat je als docent leerlingen duidelijk moet vertellen wat zij met ICT moeten doen. De keuze voor Klassengesprek-rond-het-scherm en Onderwijsleergesprek in zowel klassikale als werk-en-loop-langs situaties strookte met haar visie dat ICT als onderdeel van de les extra mogelijkheden geeft om wiskunde te leren door erover te praten en te reflecteren. De keuze voor alleen individuele praktijken door de andere docent bleek voort te komen uit de zienswijze dat het werken met ICT leerlingen stimuleert om dingen uit te proberen. Het door hem gehanteerde Individueel onderwijsleergesprek kon worden verklaard uit het feit dat deze docent ICT beschouwde als hulpmiddel bij het ontwikkelen van begrip en inzicht. Bij de keuze voor orkestraties bleek de visie bepalend; soms speelde ook de tijdsfactor een rol.

De tweede onderzoeksvraag luidde: Welke ontwikkelingen in kennis en vaardigheden ten aanzien van deze docentpraktijken ervaren docenten door deelname aan een collegiale community?

Op basis van de resultaten concluderen we dat zowel de praktijken van leraren als hun kennis en vaardigheden zich ontwikkelden tijdens hun deelname aan het samenwerkingsproject. Uit de rapporten en in het spreken over hun handelen bleek in toenemende mate een meer doordachte en zelfbewustere houding aangaande het gebruik van technologie in hun onderwijs. De docenten profiteerden van de betrokkenheid bij een wederzijds proces van professionele ontwikkeling. Daarbij was de daadwerkelijke ontmoeting tussen de deelnemers van belang; de uitwisseling binnen de gemeenschap door middel van digitale middelen bleef beperkt.

5.2. Discussie

In deze paragraaf kijken we terug op de resultaten. Allereerst gaan we in op de invloed die de gebruikte modules mogelijk hebben gehad op de keuze van docentpraktijken. Vervolgens belichten we het gebruik van het TPACK-model als communicatiemiddel voor docenten en onderzoekers onderling en als meetinstrument voor professionele ontwikkeling.

Invloed van de modules op de keuze van docentpraktijken

Terugkijkend op de docentpraktijken die werden gehanteerd plaatsen we enkele opmerkingen betreffende het gebruikte digitale materiaal. In het onderzoek werd gestart met een meetkundemodule die veel technische vaardigheden vereiste. De docenten, en ook de leerlingen, hadden niet alleen geen ervaring met het werken in de DWO waarin de applets waren ingebed, maar waren tegelijkertijd ook niet bekend met het gebruik van het programma GeoGebra. Daardoor waren de startproblemen wellicht groter dan wenselijk. Het is denkbaar dat dit de keuze voor orkestraties heeft beïnvloed. Om herhaling van deze mogelijke beïnvloeding te voorkomen zou, voorafgaand aan de start van de uitvoering van de modules in de klas, een korte introductie op GeoGebra gegeven kunnen worden. In vervolgonderzoek kan de vraag gesteld worden of bij het aanreiken van een module die minder technische vaardigheid vereist docenten (eerder) het zelfvertrouwen hebben om de meer leerlinggestuurde klassikale orkestraties een prominentere plaats te geven in hun onderwijspraktijk.

Een tweede opmerking betreft het feit dat de docenten gebruik maakten van door de onderzoekers van het DPECT-project ontworpen lessenseries. In reguliere lessen zullen docenten zich de vrijheid permitteren om theorie en hulpmiddelen zoals de methode aan

te passen aan de doelen die zij hebben. De opmerkingen die werden gemaakt, bijvoorbeeld "Hier ga je er opeens vanuit: de computer legt het uit" en "Maar als gevolg van het hoge niveau van de module word ik geduwd in de rol van aangever. Omdat ze bepaalde begrippen niet weten. De theorieblokje zijn heel beknopt en leerlingen lezen ze vaak niet", wekken de indruk dat docenten nu voornamelijk hun les aanpasten aan de beschikbare modules en interventies.

Mede vanwege het gevonden verband tussen de gehanteerde docentpraktijken en visie op onderwijs en ICT is het de moeite waard om uit te zoeken welke onderwerpen docenten het meest geschikt achten om met behulp van ICT te behandelen en welke docentpraktijken docenten kiezen als zij zélf betrokken zijn bij het ontwerpproces van de onderwijsmaterialen.

TPACK-model als communicatiemiddel en als meetinstrument voor professionele ontwikkeling

We hebben de componenten uit het TPACK-model gebruikt om de deelnemende docenten zich bewust te laten worden en expliciet na te laten denken over hun eigen kennis van ICT, didactiek, vakinhoud en over de relaties tussen deze domeinen. Graham (2011) zet echter een aantal belangrijke problemen bij het gebruik van TPACK uiteen. Eén van die problemen komt voort uit het feit dat in het onderliggende PCK-model van Shulman (1986 in Graham 2011) de verschillende onderdelen niet precies zijn gedefinieerd. Ook in het hiervan afgeleide TPACK-model ontbreekt een precieze omschrijving van de verschillende domeinen wat het begrijpen en meten van kennis en vaardigheden met betrekking tot deze domeinen bemoeilijkt. Daarnaast zijn de verschillende onderdelen niet duidelijk van elkaar te onderscheiden. De door ons gebruikte TPACK registratiekaarten geven vanwege deze onvolkomenheden maar een beperkt inzicht in het zelf ingeschatte niveau van kennis en vaardigheden met betrekking tot ICT in het onderwijs. Hoewel de mate van zelfvertrouwen van een docent een rol speelt in het wel of niet integreren van ICT in het onderwijs (Doering, Veletsianos, Scharber & Miller 2009), is het ook belangrijk om het daadwerkelijke kennis- en vaardigheidsniveau te meten. Dit hebben we gedaan door de observatie van kennis en vaardigheden. Het meten van de daadwerkelijke integratie van ICT in de klas op basis van het TPACK-model zou beter gaan nadat hiervoor een instrument beschikbaar is. Alvorens het TPACK-model adequaat in te kunnen zetten in docentprofessionalisering aangaande het gebruik van ICT in de klas is het aan te raden om in vervolgonderzoek docenten voorafgaand aan de uitvoering van de modules bewuster na te laten denken over hun eigen handelen. Mogelijk kan dit denken over hun eigen handelen voor de klas worden uitgelokt door hen applets in de DWO aan te bieden waarmee zij als leerling leren. Zij ervaren dan hoe het werkt en als vanzelfsprekend komen dan vragen aan de orde als: waarom ga ik dit eigenlijk doen, wat heeft mij aangesproken en wat is voor mijn leerlingen handig? Na een gezamenlijke vaststelling van definities voor de verschillende kennisdomeinen van TPACK kunnen zelfrapportages hierover eenduidiger zijn. We bevelen een dergelijke wijze van professionalisering aan binnen de lerarenopleiding waar dit op een natuurlijke manier een plaats kan hebben omdat aankomende docenten daar aan het leren zijn.

English summary

More than a piece of chalk, teaching practices using ICT in mathematics education.

Integration of teaching in which ICT is used is not obvious for the average teacher. One of the reasons is a lack of appropriate practices and pedagogies for the use of ICT. The present study examined which teaching practices are appropriate for the use of ICT in secondary mathematics education and how teachers can be supported in order to acquire those practices. The instrumental approach and the TPACK-model served as a theoretical framework. For two interventions in 2 havo-vwo two 'mid-adopting' mathematics teachers used applets embedded in a digital learning environment. To promote professional development support took place within a community of teachers and researchers who had contacts with each other both at meetings and through a virtual platform. Data consisted of lesson observations, mini-interviews with teachers, a questionnaire for teachers and blogs written by the teachers and self-reports of their TPACK development. The results show that teaching techniques depend on teachers' views on mathematics education and the role of ICT in it. Practices are also adapted to the changing situation because the presence of ICT. Both self-reports and the speaking of the practices show a more thoughtful and confident attitude to the use of ICT in education. The teachers benefit from being engaged in a mutual process of professional development in which face-to-face meetings between the participants were important.

Referenties

1. Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245–274.
2. Billington, M. (2009). Establishing didactical praxeologies: teachers using digital tools in upper secondary mathematics classrooms. *Paper presented in WG9, Cerme6 conference*. 28 January - 1 February, Lyon, France.
3. Doering, A., Veletsianos, G., & Scharber, C., & Miller, C. (2009). Using the Technological, Pedagogical, And Content Knowledge Framework to Design Online Learning Environments and Professional Development. *Journal of Educational Computing Research*, 41(3), 319-346.
4. Drijvers, P. (2007). Instrument, orkest en dirigent: een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs. *Pedagogische Studiën*, 84(5), 358-374.
5. 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.
6. Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. In G. Geudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *Mathematics Curriculum Material and Teacher Development: From Text to 'Lived' Resources? Vol. 7* (pp. 265-281). New York / Berlin: Springer.
7. Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57, 1953–1960.
8. Guin, D., & Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3(3), 195-227.

9. Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers and Education, 49*, 740-762.
10. Nes, F. van, & Doorman, M. (2010). The Interaction between multimedia data analysis and theory development in design research. *Mathematics Education Research Journal, 22*(1), 6-30.
11. Pierce, R., & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics, 71*(3), 299-317.
12. 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
13. Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: flashback into the future. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education, 42*, 667-681.
14. Voogt, J., Fisser, P., & Tondeur, J. (2010). *Maak kennis met TPACK*. Zoetermeer: Stichting Kennisnet.