

Universiteit Twente

ICT en leerprestaties

Een systematische review naar de invloed van ICT op
leerprestaties in exacte vakken in het voortgezet
onderwijs

Katja Rüther

Augustus 2012

Samenvatting

In deze reviewstudie werd onderzocht in welke mate recente wetenschappelijke studies inzichten leveren in (1) de directe invloed van ICT op leerprestaties in de exacte vakken in het voortgezet onderwijs en (2) in variabelen die de effectiviteit van ICT op leerprestaties beïnvloeden. De onderzoeksmethode is gebaseerd op de uitvoering van systematische reviews volgens Petticrew en Roberts (2006). Uit de bevindingen blijkt dat de grote meerderheid van de studies positieve effecten van ICT als instructiemiddel op leerprestaties gevonden heeft. Echter, er zijn indicaties voor differentiële effecten ten aanzien van het geslacht en het prestatievermogen van leerlingen. Verder kunnen factoren met betrekking tot de implementatie van ICT op school- en klasniveau de effectiviteit van ICT op leerprestaties mede beïnvloeden. Ook specifieke instructiekenmerken van de e-learningomgevingen zelf zijn van invloed op de leerprestaties. Meer wetenschappelijk onderzoek is wenselijk om duidelijkere inzichten in mogelijke invloedsvariabelen te verkrijgen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
1.1 Theoretisch kader	6
1.1.1 Input	6
1.1.2 Proces	7
1.1.3 Context	9
1.1.4 Output	10
2. Onderzoeksmethode	11
2.1 Stap 1: Definiëren van de onderzoeksvraag	11
2.2 Stap 2: Opstellen van inclusiecriteria	11
2.3 Stap 3: Uitvoeren van het literatuuronderzoek	12
2.4 Stap 4: Selecteren van literatuur door inclusiecriteria	12
2.5 Stap 5: Invulling van het data-extractieformulier	12
2.6 Stap 6: Beoordeling van alle studies op kwaliteit	13
2.7 Stap 7: Analyse van resultaten uit de studies	15
2.8 Stap 8: Samenvatten van resultaten en trekken van conclusies	15
3. Resultaten	15
3.1 Algemene kenmerken van de studies	15
3.2 Output	16
3.2.1 Differentiële effecten	17
3.3 Input	19
3.4 Proces	19
3.4.1 Processen op schoolniveau	19
3.4.2 Processen op klasniveau	20
3.5 Context	22
4. Conclusie en discussie	23
4.1 Beperkingen van het onderzoek	23
4.2 Aanbevelingen voor scholen en leerkrachten	23
4.3 Aanbevelingen voor wetenschappelijk onderzoek	25
5. Referenties	26
6. Bijlage	32

1. Inleiding¹

Een leven zonder ICT is in Nederland en de meeste andere landen niet meer denkbaar. Dit geldt voor zowel voor het bedrijfsleven, als voor de publieke sector en ook voor gezinshuishouden. Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek [CBS] (2009) beschikt 88% van de Nederlandse huishoudens over minstens één computer, werden er steeds meer laptops en mobiele apparaten met internet verkocht en nam het aantal mensen dat online gamet, financiële zaken en transacties regelt, winkelt of informatie opzoekt steeds verder toe.

Ook in het onderwijs hebben overheden grote geldbedragen geïnvesteerd in ICT (Balanskat, Blamire & Kefala, 2006; Cavas, Cavas, Karaoglan & Kisla, 2009; Machin, McNally & Silva, 2007; Reynolds, Treharne & Tripp, 2003). Het aantal leerlingen per computer neemt af en bijna alle computers beschikten over internet (CBS, 2009). Bovendien gebruikte 90% van de docenten in het basisonderwijs en 61% in het voortgezet onderwijs ICT bij het lesgeven (CBS, 2009).

Jaren na de invoering van ICT in het onderwijs is er echter nog steeds geen duidelijk antwoord gevonden op de vraag of ICT ook een positieve invloed op leerprestaties heeft (Cox & Marshall, 2007; Harrison, Lunzer, Tymms, Fitz-Gibbon & Restorick, 2004; Li & Ma, 2010; Wellington, 2005). De hoofdreden hiervoor is dat het heel ingewikkeld is om de impact van ICT op de prestaties goed te kunnen meten. Dit komt doordat voor een groot aantal mogelijke invloedsfactoren gecontroleerd moet worden (Baron & Bruillard, 2007; Chandra & Lloyd, 2008; Cox & Marshall, 2007; Harrison et al., 2004). Voorbeelden van zulke factoren zijn onder andere de ervaring van de leraar, voorgaande resultaten van de leerling, instructiekenmerken in de klas, het beleid van hogere instanties etc. (Scheerens, 2008).

Naast de verschillende invloedsfactoren, verschillen de studies naar ICT en leerprestaties ook sterk in hun methodologische aanpak en in de kwaliteit daarvan (Cox & Marshall, 2007). Dit heeft tot gevolg dat de resultaten en conclusies vaak kritisch en met enige voorzichtigheid bekeken moeten worden (Cox & Marschall, 2007). In de literatuur wordt over het algemeen aangenomen dat vooral studies naar specifieke typen ICT onder specifieke omstandigheden tot nu toe de betrouwbaarste uitkomsten opleveren (Cox & Marshall, 2007). Echter, de generaliseerbaarheid van deze studies is juist vanwege hun specificiteit vaak beperkt. Daarentegen kan bij studies, die naar algemene beweringen over de invloed van ICT streven, worden afgevraagd of het überhaupt mogelijk is een duidelijk antwoord op een brede vraag als “Wat is de invloed van ICT op leerprestaties?” te geven. Zoals McFarlane (2001) stelt is deze vraag

“analoog aan de vraag of boeken invloed hebben op het leren: boeken zijn een medium om informatie te overdragen, ze hebben een vastgelegde inhoud, structuur en genre, en ze kunnen op eindeloos veel manieren worden gebruikt. Het is daarom bijzonder moeilijk om algemene beweringen over hun invloed op het leren te maken.” (p.9)

Het is op basis van bovenstaande duidelijk dat het een complexe taak is om de invloed van ICT op leerprestaties te onderzoeken met het gevolg dat er nog veel dubbelzinnigheid in de bevindingen binnen dit onderzoeksveld gerapporteerd wordt.

Daarnaast hebben de enorme ontwikkelingen en veranderingen, die zich de afgelopen jaren op het gebied van ICT hebben voorgedaan, het gevolg dat veel studies naar de effectiviteit van ICT in het onderwijs verouderd zijn (Li & Ma, 2010). Dit feit vraagt om een up-to-date onderzoek naar nieuwe kennis over de invloed van ICT op leerprestaties en het vraagt ook om inzichten in variabelen die deze invloed mede bepalen.

Op basis van de boven genoemde punten wordt hier voorgesteld om een systematische review te doen met het doel het antwoord op de grote vraag naar de impact van ICT op leerprestaties verder te benaderen. Hieruit vloeit de volgende onderzoeksvraag voort:

“In welke mate leveren wetenschappelijke studies die na 2005 gepubliceerd zijn inzichten in de directe invloed van ICT op leerprestaties in de exacte vakken in het voortgezet onderwijs?”

Deze systematische review richt zich specifiek op de exacte vakken omdat de PISA-studie van 2009 en TIMSS-2007 hebben laten zien dat er de afgelopen jaren een licht dalende trend te zien was in de

¹ Met dank aan dr. M.R.M. Meelissen en dr. M. Drent voor de begeleiding vanuit de Universiteit Twente.

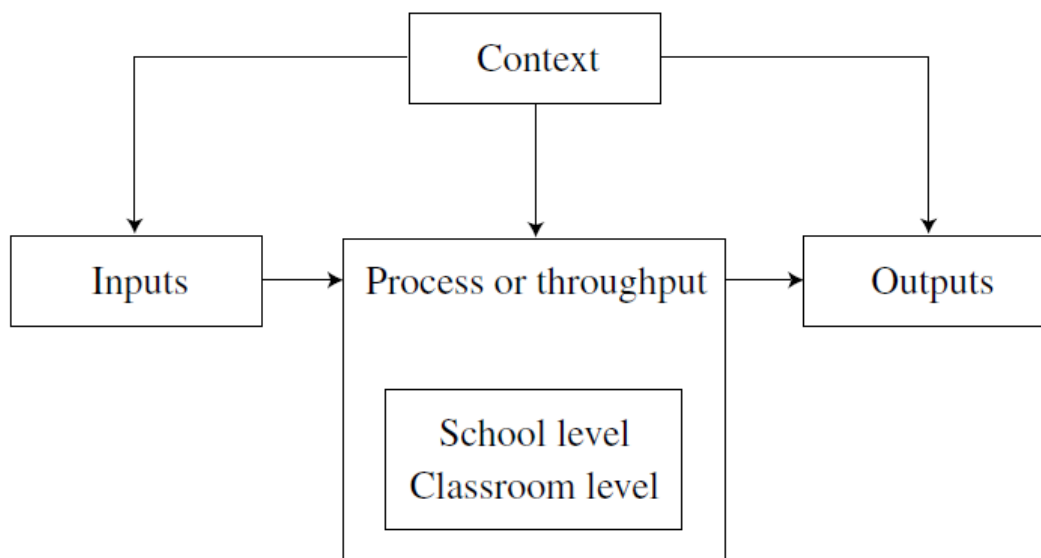
prestaties van Nederlandse leerlingen in wiskunde en natuurwetenschappelijke vakken (Gille, Loijons, Noijons, & Zwitser, 2010; Meelissen & Drent, 2008). Gepaard met deze trend gaat het feit dat in de bèta-technische sector een dreigend tekort aan hoger opgeleid personeel geconstateerd is (Van Breugel, Cörvers, Dupuy, & van Thor, 2010). Plasterk en Van der Hoeven (2007) zien in deze ontwikkeling een bedreiging voor de Nederlandse wetenschap en economie. Daarom wordt het als belangrijk gezien om te achterhalen in hoeverre de toepassing van ICT in het voortgezet onderwijs een mogelijkheid biedt om de prestaties op exacte vakken weer te verhogen zodat deze negatieve trend doorbroken kan worden.

Antwoorden op de onderzoeksvraag zijn relevant voor vele stakeholders omdat het inzichten kan bieden voor het maken van beleid, het bijscholen van docenten, het verbeteren en herstructureren van curricula, de implementatie van ICT in het onderwijs, en voor de rechtvaardiging van kosten en baten (Cox & Marshall, 2007).

In de volgende paragraaf zal de theoretische basis van dit onderzoek verder worden toegelicht.

1.1 Theoretisch kader

Het verband tussen hypothetische effectiviteitverhogende omstandigheden en resultaten, met name de prestaties van leerlingen, ligt ten grondslag aan het basisontwerp van onderzoek naar de effectiviteit van onderwijs (Scheerens, 2008). Om dit verband te verduidelijken heeft Scheerens (2008) een conceptueel model ontwikkeld (zie Figuur 1). Het model is afkomstig uit de systeemtheorie en beschrijft het functioneren van onderwijs in termen van inputkenmerken en procesfactoren die de output, naast de impact van contextuele omstandigheden, beïnvloeden (Scheerens, 2008). Dit model dient als theoretische basis voor deze systematische review.



Figuur 1 Een basissysteemmodel voor het functioneren van onderwijs (Scheerens, 2008)

Welke factoren en variabelen in het kader van onderzoek naar de invloed van ICT op leerprestaties een rol spelen, zal in de volgende paragrafen per onderdeel van het model worden besproken.

1.1.1 Input

Onder de input vallen variabelen en factoren die als min of meer veranderlijke voorwaarden de effectiviteit van ICT op leerprestaties in het onderwijs kunnen beïnvloeden.

ICT-infrastructuur

De kwaliteit van de ICT-infrastructuur is één van de aandachtspunten die bij het gebruik van ICT in het onderwijs een rol spelen (De Jong, Kanselaar & Lowyck, 2003; Sánchez, Salinas & Harris, 2011). Als factoren van de ICT-infrastructuur worden door Sánchez et al. (2011) onder andere de docent/computer ratio, de leerling/computer ratio, de internet toegankelijkheid en de snelheid van de

internetverbinding genoemd. Petko (2012) voegt hieraan toe dat niet alleen het aantal van ICT-middelen beschouwd moet worden, maar ook of deze middelen up-to-date en goed onderhouden zijn. Verder stelt hij dat het gemak en de flexibiliteit waarmee docenten en leerlingen toegang hebben tot computers op school van belang is. Het kan een groot verschil maken of ICT-middelen als een vast onderdeel in het klaslokaal zelf geplaatst zijn, of dat ze voor gebruik aangevraagd moeten worden, of dat computers alleen maar toegankelijk zijn op speciale computerlocaties (Petko, 2012).

Naast de faciliteiten horen bij de ICT-infrastructuur ook factoren zoals de training en technische ondersteuning die docenten ten aanzien van ICT ter beschikking gesteld krijgen (Donnelly, McGarr & O'Reilly, 2011).

Een ontoereikende voorziening in ICT-faciliteiten en het ontbreken van training voor docenten en van technische ondersteuning kunnen hindernissen voor een positief effect van ICT op leerprestaties zijn (De Jong et al., 2003; Donnelly et al., 2011; Petko, 2012).

Kenmerken van de docent en leerling

Volgens Cox en Marshall (2007) verschillen docenten in hun individuele opvattingen, voorkeuren, houdingen en ideeën wat betreft ICT en de inzet en het gebruik ervan in hun onderwijs. Te denken valt hierbij aan vragen zoals wat voor soort ICT willen docenten graag gebruiken, in wat voor een rol zien ze zichzelf, welke waarde geven ze aan ICT bij het lesgeven, hoe integreren ze ICT in hun manier van lesgeven, hoe zeker voelen ze zich in de omgang met ICT, etc. (Cox & Marshall, 2007).

Problematisch hierbij is dat veel onderzoek heeft laten zien dat docenten moeite hebben om hun oude lesmethoden en nieuwe technologieën samen te brengen (Hayes, 2007; Mooij & Smeets, 2001; Petko, 2012). Redenen hiervoor zijn vooral diep ingewortelde kernovertuigingen en opvattingen die moeilijk te veranderen zijn (Donnelly et al., 2011; Hayes, 2007). Het gevolg hiervan is dat veel docenten vasthouden aan hun scepsis ten opzichte van ICT en de relevantie ervan voor het onderwijs niet zien (Mooij & Smeets, 2001; Petko, 2012). Maar zelfs als docenten open staan voor het gebruik van ICT en een positieve houding aannemen, verschillen ze in grote mate in hun kennis van en vaardigheden met ICT (Abuhmaid, 2011). Ook dit is een kritische variabele die een succesvolle integratie van ICT in het onderwijs en de daaraan gekoppelde effecten op leerprestaties kan beïnvloeden (Petko, 2012).

Maar de inzet van ICT in het onderwijs heeft ook niet dezelfde betekenis en consequenties voor alle leerlingen (Yerrick & Johnson, 2009). Leerlingen verschillen net als docenten in hun ervaringen en in hun houding ten opzichte van ICT (Volman, van Eck, Heemskerk & Kuiper, 2005). Niet alle leerlingen hebben bijvoorbeeld dezelfde toegang tot ICT en ze gebruiken de ICT faciliteiten op verschillende manieren. Gevolg hiervan zou kunnen zijn dat leerlingen met weinig ervaringen, vaardigheden en/of affiniteit ten aanzien van ICT minder van de inzet ervan in het onderwijs profiteren (Volman et al., 2005).

1.1.2 Proces

Met betrekking tot het "proces" van een ICT-interventie gaat het vooral om variabelen die op meso- en microniveau, dus op school- en klasniveau, spelen en die de succesvolle implementatie van ICT zouden kunnen beïnvloeden.

Er wordt hier van uitgegaan dat een succesvolle implementatie van ICT een positief effect op de leerprestaties heeft. In de onderstaande subparagrafen worden de meest relevante implementatieproceskenmerken besproken.

Schoolniveau

Uit de literatuur blijkt dat voor de succesvolle implementatie van ICT in het onderwijs een goed uitgewerkte ICT-beleidsplan op schoolniveau noodzakelijk is. Een ICT-beleidsplan verwijst naar de verwachtingen, doelen en acties die de school met betrekking tot de integratie van ICT in het onderwijs hanteert (Vanderlinde, Braak & Dexter, 2012). Vanderlinde et al. (2012) stellen op basis van hun literatuuronderzoek dat de volgende vier punten voorwaarden voor een succesvol ICT-beleidsplan zijn:

- Een goed ICT-plan moet de rationale voor het gebruik van ICT aan de visie van het leren van de school koppelen.

- Het ICT beleid moet gerelateerd zijn aan specifieke inhoud van het curriculum en de bevordering van het leren.
- Het ICT-beleid moet op basis van voortdurende evaluatie en controle van de implementatie regelmatig geüpdatet worden.
- Het ICT beleid moet het liefst collaboratief geconstrueerd worden zodat alle docenten zich erbij betrokken voelen en de inhoud en visie van het plan delen.

Hieraan kan worden toegevoegd dat ook aandacht voor voldoende training en ondersteuning bij de integratie van ICT in het onderwijs belangrijk is in het beleid (Abuhmaid, 2011; Lai & Prett, 2004; Pelgrum, 2001).

Verder wordt ook duidelijk dat een effectieve planning en realisatie van ICT-beleid mede afhankelijk zijn van het schoolleiderschap (Hayes, 2007). Volgens Dawson & Rakes (2003) hoort hierbij een effectieve sturing en stimulering van de ICT-integratie door de schoolleider.

Een derde factor naast het ICT-beleid en het leiderschap is de schoolcultuur. Een schoolcultuur die vernieuwing en verandering ondersteunt is een noodzakelijke voorwaarde om ICT in het onderwijs vorm te geven (Reynolds, Teddlie, Hopkins & Stringfield, 2000; Tearle, 2004; Tondeur, van Keer, van Braak, Valcke, 2008).

Verder zou een ideale schoolcultuur docenten stimuleren van gedachten te wisselen en samen te werken. Docenten kunnen op deze manier hun kennis delen en vinden gezamenlijk de beste aanpak voor de integratie van ICT in hun lespraktijk (Abuhmaid, 2011).

Klasniveau

Een groot aantal instructiekenmerken beïnvloedt de processen die op klasniveau spelen. Scheerens (2008) onderscheidt 15 onderwijsvariabelen die de instructie kenmerken (zie Tabel 1).

Tabel 1 *Onderwijsvariabelen (Scheerens, 2008, p. 27)*

Instructiekenmerken	Indicatoren
(1) Leertijd	Tijd die besteed wordt aan een leertaak, effectief gebruik van leertijd, huiswerk en 'beheersingsleren'
(2) Gelegenheid om te leren	Behandelde leerstof, "opportunity to learn"
(3) Organisatie van de klas	Klasmanagement, discipline, gezag
(4) Ordelijke en functionele leeromgeving	Leerklimaat, klimaat in de klas, prestatiedruk, gerichtheid op beheersingsleren, prestatiegerichtheid
(5) Duidelijk en gestructureerd onderwijs	'Direct teaching', gestructureerd onderwijs, uitleg door de leraar, onderwijs gericht op basisvaardigheden, helderheid
(6) Activerend onderwijs	Samenwerkend leren, gesitueerd leren, ontdekkend leren, 'peer-tutoring', leerlingexperimenten, 'hands-on' activiteiten, groepswerk, individueel werk, individueel leren, discussies
(7) Leren om leerstrategieën te gebruiken	Training in samenwerkende leerstrategieën, probleemoplossend leren, metacognitieve training, training in het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek, training in het hardop denken, 'concept mapping', organiseer-/structureermethoden, training in taalverwerving, training in fonologisch inzicht, leesstrategieën, schrijfstrategieën, training in officiële leerstrategieën
(8) Uitdaging en uitnodiging	Activering van cognitieve processen, gerichtheid op begrip, actieve betrokkenheid van de leerlingen, authentieke contexten, relevantie voor leerlingen, taalniveau, variatie in voorstellingsmethoden
(9) Ondersteuning (wederzijds respect)	Kwaliteit van interactie tussen leraar-leerling en leerlingen onderling, ondersteuning door de leraar
(10) Feedback / controle	Feedback, controle, individueel referentiekader
(11) Evaluatie van doelstellingen/ resultaten	Evaluaties, toetsen
(12) Adaptief onderwijs	Variatie in onderwijsmethoden, adaptief onderwijs, gerichtheid op individuele leerprocessen, keuze, rekening houden met vereisten van de leerlingen
(13) Oefening	Drillen, herhaling, toepassingen
(14) Leer materiaal	Kwaliteit van het curriculum, leerboeken, gebruik van computers
(15) 'geïntegreerde' onderwijsconcepten	Op het constructivisme geïnspireerd onderwijs, inductief onderwijs, conceptgeoriënteerd/geïntegreerd onderwijs

Afhankelijk van de manier waarop docenten ICT in hun onderwijs integreren, kan ICT een aantal van deze verschillende onderwijsvariabelen ondersteunen en vorm geven. Volgens De Jong et al. (2003) kan hierbij een onderscheid worden gemaakt tussen het gebruik van ICT als werktuig of instrument, als informatiebron, als communicatiemiddel, als evaluatie-instrument, als simulatie van de werkelijkheid en als instructiemiddel.

ICT als werktuig of instrument zou bijvoorbeeld kunnen helpen om tijd effectiever te gebruiken. Te denken valt hier aan rekenmachines of tekstverwerkingprogramma's. Het gebruik van ICT als informatiebron zou het traditionele leermateriaal kunnen verrijken, bijvoorbeeld door het raadplegen van webpagina's of databases. Chats, emails en discussieforums zijn vormen van ICT als communicatiemiddel en zouden groepswork en het samenwerkend leren van leerlingen kunnen vereenvoudigen. Student-management-systems zijn voorbeelden voor het gebruik van ICT als evaluatie instrument. Met behulp van deze systemen zouden docenten de kwaliteit van feedback/controle en de evaluatie van doelstellingen/resultaten kunnen verbeteren.

De toepassing van ICT als instructiemiddel of als simulatie van de werkelijkheid biedt de meeste mogelijkheden voor de docent om bepaalde pedagogische en didactische concepten vorm te geven. Drill-and-practice programma's bijvoorbeeld volgen over het algemeen een behavioristische aanpak en ondersteunen het oefenen van basisvaardigheden en het leren van minder complexe leerstoffen (De Jong et al., 2003). Intelligent Tutoring Systems (ITS) daarentegen zijn meer gebaseerd op een cognitieve benadering (De Jong et al., 2003) en kunnen bijvoorbeeld de categorie "adaptief onderwijs" en "feedback/controle" uit Tabel 1 aanvullen. Simulaties integreren in het algemeen elementen van "ontdekkend leren" en "ervaringsleren", waarbij een constructivistisch uitgangspunt gehanteerd wordt (De Jong et al., 2003). De categorieën "activerend onderwijs", "uitdaging en uitnodiging" en "geïntegreerde onderwijsconcepten" uit Tabel 1 zouden dus bijvoorbeeld kunnen profiteren van de inzet van simulaties van de werkelijkheid.

Naast de pedagogische visie die met ICT als instructiemiddel wordt nagestreefd kunnen ook meer specifieke ontwerpkeuzes in de instructie binnen de e-learning omgeving van invloed zijn op de effectiviteit van ICT. Hierbij gaat het voornamelijk om het verminderen van de cognitieve belasting van leerlingen. Volgens Kablan en Erden (2008) zijn bijvoorbeeld niet alle multimediaontwerpen even effectief. Mayer en Moreno (2003) hebben een aantal multimedia principes op basis van onderzoek opgesteld die aantonen dat sommige instructievormen beter werken dan andere. Het gaat hier onder andere over de manier waarop beelden en tekst het best samen gebruikt kunnen worden, om een cognitieve overbelasting te vermijden en de grootste leereffecten te bereiken (Mayer & Moreno, 2003). Te denken valt hierbij ook aan "chunking" strategieën die volgens Munyofu et al. (2007) het leren in een complexe multimedia omgeving kunnen bevorderen. Ook het gebruik van computergebaseerde analogieën zou volgens Trey en Khan (2007) het leren van abstracte fenomenen in de natuurwetenschappen kunnen vereenvoudigen.

Samenvattend kan worden gesteld dat er verschillende typen ICT zijn, die, afhankelijk van de situatie waarin ze ingezet worden, leerprestaties op verschillende manieren kunnen beïnvloeden. Wanneer ICT als instructiemiddel of simulatie wordt ingezet speelt verder het instructieontwerp een belangrijke rol voor de effectiviteit.

1.1.3 Context

Naast de hierboven genoemde factoren op meso- en microniveau, kan ten slotte ook de (maatschappelijke) context op macroniveau een belangrijke rol spelen bij het bevorderen van de onderwijseffectiviteit (Creemers & Sleegers, 2003). Het overheidsbeleid staat hierbij centraal.

Volgens Kearns (2002) wordt het beleid voor ICT in het onderwijs beïnvloed door de socio-economische context van het land, de geschiedenis en tradities van zijn onderwijssysteem, en door een groot aantal bestuurlijke en culturele invloeden. Landen kunnen dus sterk van elkaar verschillen. Kozma (2008) stelt binnen deze context dat landen zich ook onderscheiden in de rationale voor hun ICT-beleid in het onderwijs:

Één rationale van ICT-beleid is de economische groei van een land, omdat ervan uitgegaan wordt dat ICT een belangrijke rol speelt voor toekomstige arbeidskrachten. Andere landen leggen de focus meer op ICT als bevorderaar van de sociale ontwikkeling. Dit wil zeggen dat men in ICT het potentieel beklemtoont om kennis te delen, om de sociale cohesie te verrijken en om verschillende cultuurgroepen en individuen met verschillende vaardigheden te integreren. Een andere belangrijke rationale is de vooruitgang van onderwijskundige hervormingen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de

rol die ICT in de verschuiving van leraar-gecentreerd leren naar leerling-gecentreerd leren kan spelen. Sommige landen adviseren echter de inzet van ICT meer voor de verbetering van de managementeffectiviteit. Dit wil zeggen dat computergebaseerde toetsing en het gebruik van digitale data en management-systemen bij dit beleid centraal staan.

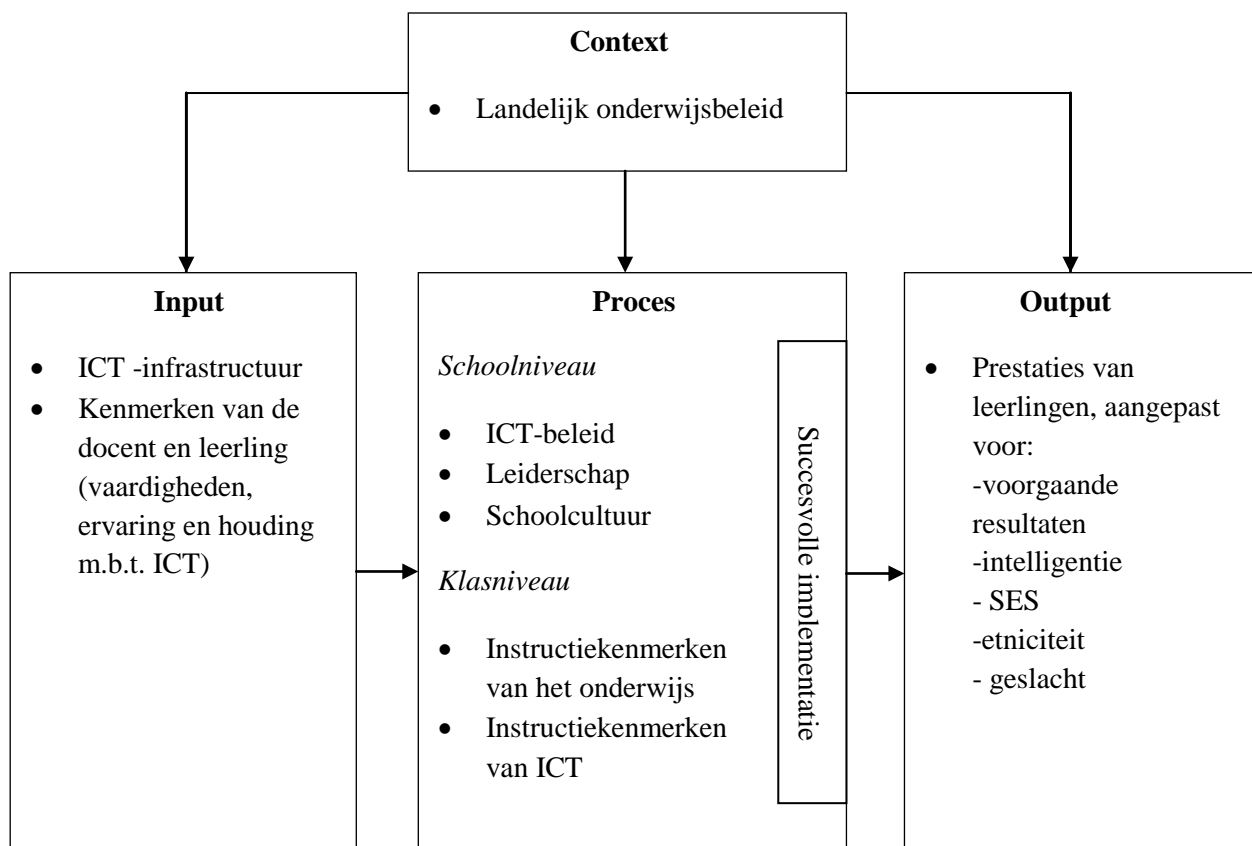
Het overheidsbeleid geeft de inzet van ICT dus een richting en kan daardoor mogelijk het effect ervan op leerprestaties beïnvloeden. Daarom is het van belang om te kijken of uitkomsten van ICT-interventies in de verschillende landen mede toegeschreven kunnen worden aan bepaalde beleidsmaatregelen van de overheid.

1.1.4 Output

Onder de output worden in de onderwijskundige context met name de bereikte leerprestaties verstaan (Scheerens, 2008).

Echter, om de waarde die door het onderwijs aan de leerprestaties toegevoegd wordt goed te kunnen evalueren, moeten de leerprestaties gecorrigeerd worden voor voorgaande resultaten en voor een aantal kenmerken van de leerling (Scheerens, 2008). In de literatuur worden deze kenmerken waarmee rekening moet worden gehouden benoemd als het geslacht, de sociaaleconomische status (SES), de etniciteit en de intelligentie van leerlingen (Li & Ma, 2010; Scheerens, 2008; Volman et al., 2005; Wang, Wang, Wang & Huang, 2006). Wordt dit niet gedaan, dan zou een vertekend beeld van de effectiviteit van onderwijs kunnen ontstaan.

Alle bovenstaande variabelen van input, proces, context en output samengenomen resulteren in een invulling van het conceptueel model van Scheerens (2008), welke in Figuur 2 getoond wordt.



Figuur 2 Model voor effectiviteitonderzoek naar ICT in het onderwijs

In de volgende paragraaf zal worden toegelicht hoe op een systematische manier relevante studies voor deze review zijn verzameld.

2. Onderzoeksmethode

De aanpak van dit onderzoek is gebaseerd op de methode van Petticrew en Roberts (2006) voor de uitvoering van een systematische review in de sociale wetenschappen. Een systematische review houdt in dat relevante artikelen ter beantwoording van een onderzoeksvraag op een systematische manier gezocht, geëvalueerd en samengevoegd worden. Volgens Petticrew en Roberts (2006) horen bij een systematische review acht stappen die achter elkaar uitgevoerd moeten worden. Dit stappenplan zal op dit onderzoek toegepast worden en wordt hieronder gedetailleerd beschreven.

2.1 Stap 1: Definiëren van de onderzoeksvraag

De volgende onderzoeksvraag zal door de systematische review beantwoordt worden:

“In welke mate leveren wetenschappelijke studies die na 2005 gepubliceerd zijn inzichten in de directe invloed van ICT-gebruik op leerprestaties in exacte vakken in het voortgezet onderwijs?”

2.2 Stap 2: Opstellen van inclusiecriteria

Om uit een groot aantal artikelen relevante studies te kunnen selecteren zijn bruikbare en duidelijke inclusiecriteria een cruciale vereiste voor de uitvoering van een systematische review. De kwaliteit en bruikbaarheid van opgestelde inclusiecriteria zijn aan de hand van een scoping review getoetst. Dit betekent dat aan de hand van 25 random gekozen studies werd gekeken of de inclusiecriteria duidelijk geformuleerd zijn, in een geschikte volgorde staan en alleen relevante artikelen selecteren. Na enkele aanpassingen is ervoor gekozen de volgende inclusiecriteria voor deze review te gebruiken:

1. De studie is gepubliceerd na 2005.
2. De studie is gepubliceerd in de Engelse taal.
3. De studie richt zich op het voortgezet onderwijs.
4. De studie is gepubliceerd in een peer-reviewed tijdschriftartikel.
5. In de studie zijn leerprestaties in wiskunde en/of natuurwetenschappen de afhankelijke variabele.

Voor het eerste inclusie criterium is gekozen vanwege het feit dat op het gebied van ICT de afgelopen decennia enorm snelle ontwikkelingen te zien waren (Baron & Bruillard, 2007). Innovatieve technologieën van tien jaar of langer geleden zijn inmiddels veelal verouderd en niet meer in gebruik. Om studies met elkaar te kunnen vergelijken is het daarom beter alleen recente publicaties in de review op te nemen en verouderde artikelen buiten beschouwing te laten.

Het tweede inclusie criterium is gehanteerd omdat er vanuit gegaan is dat publicaties in de Engelse taal een grotere doelgroep kunnen bereiken, en daarmee een grotere bijdrage kunnen leveren aan het onderzoeksveld, dan publicaties in andere talen.

Het derde inclusie criterium is toegepast vanwege het feit dat de PISA-studie aangetoond heeft dat er de afgelopen jaren een licht dalende trend in de prestaties van Nederlandse leerlingen in het voortgezet onderwijs te zien is (Gille et al., 2010). Binnen deze context zou het interessant zijn te weten te komen in hoeverre ICT voor deze doelgroep een bijdrage kan leveren om deze trend tegen te werken. Verder wordt deze keuze door praktische overwegingen ondersteund. Studies die zich alleen richten op het voortgezet onderwijs zijn beter vergelijkbaar met elkaar. Daardoor wordt verwacht tot duidelijkere conclusies te komen.

Door de toepassing van het vierde inclusie criterium worden alleen studies meegenomen waarvan mag worden aangenomen dat ze een zekere wetenschappelijke basiskwaliteit hebben. Dit betekent dat congresverslagen, onderzoeksrapporten en boeken uit de selectie verwijderd worden, omdat niet duidelijk is of en hoe deze publicaties gereviewd zijn. Om praktische redenen (verkrijgbaarheid) zijn ook dissertaties buiten beschouwing gelaten. Overigens worden de resultaten van promotieonderzoeken ook vaak in de vorm van een wetenschappelijk artikel gepubliceerd.

In de laatste selectiestap worden studies geselecteerd waarvan de afhankelijke variabele de leerprestaties van leerlingen in wiskunde en natuurwetenschappen (biologie, natuur- en scheikunde) is.

Dit inclusiecriteria is toegepast vanwege het feit dat er de afgelopen jaren een licht dalende trend in de prestaties van Nederlandse leerlingen op de exacte vakken te zien is (Gille et al., 2010; Meelissen & Drent, 2008). Gepaard met deze trend gaat de constatering van een dreigend tekort aan hoger opgeleid personeel in de bèta-technische sector (van Breugel et al., 2010). Plasterk en Van der Hoeven (2007) zien in deze ontwikkeling een bedreiging voor de Nederlandse wetenschap en economie. Daarom wordt het als belangrijk gezien om te achterhalen in hoeverre de toepassing van ICT in het voortgezet onderwijs een mogelijkheid biedt om de prestaties op exacte vakken weer te verhogen zodat deze negatieve trends doorbroken kunnen worden.

2.3 Stap 3: Uitvoeren van het literatuuronderzoek

Voor het literatuuronderzoek zijn vijf databases geraadpleegd die als belangrijk voor onderzoek op onderwijskundig gebied geacht worden: Web of Science, ERIC, PsycInfo, Scopus en PiCarta.

Voor het vastleggen van de zoektermen werd gebruik gemaakt van Thesaurus. Er werd voor gekozen om zoektermen rond-om “ICT”, “achievement” en “secondary education” met elkaar te combineren. Hieruit resulteerde de volgende aaneenkoppeling van zoektermen voor de zoekacties in de verschillende databases:

(“Information and communication technolog*” OR “ICT” OR “educational technolog*” OR “computer uses in education” OR “computer assisted instruction” OR “electronic learning” OR e-learning) AND (achievement OR attainment OR “performance improvement”) AND (“secondary education” OR “secondary school*” OR “middle school*” OR “high school” OR “grade 7” OR “grade 8” OR “grade 9” OR “grade 10” OR “grade 11” OR “grade 12”)

Indien mogelijk is binnen de vijf databases gezocht op titel, abstract en kernwoorden. Er is van uitgegaan dat als boven genoemde zoektermen niet in de titel, abstract of kernwoorden te vinden waren, de studie niet relevant was voor dit onderzoek.

2.4 Stap 4: Selecteren van literatuur door inclusiecriteria

Alle gevonden publicaties zijn geëxporteerd naar Thomson Reuters Endnote X4. Met behulp van dit programma konden duplicaties snel gevonden en uit de selectie verwijderd worden. De overigen publicaties werden één voor één aan de inclusiecriteria getoetst. Wanneer een studie niet aan één van de inclusiecriteria voldeed, werd deze uit de selectie verwijderd.

Na toepassing van het eerste inclusiecriteria begon het zoeken naar literatuur met 850 publicaties. Hiervan waren zes studies niet in het Engels geschreven en werden dus niet verder meegenomen voor de review. Daarna werden de overige publicaties op basis van het derde inclusiecriteria geselecteerd: 675 studies voldeden hieraan. Na toepassing van het vierde inclusiecriteria bleven nog 346 studies in de selectie over. Het toetsen op het vijfde inclusiecriteria verminderde dit aantal uiteindelijk tot 86 voor de review. Echter waren 16 van deze artikelen niet volledig beschikbaar via de Universiteitsbibliotheek Twente zodat de selectie aan het eind uit 70 artikelen bestond.

2.5 Stap 5: Invullen van het data-extractieformulier

Om relevante informatie uit de studies te kunnen halen is een data-extractieformulier ontworpen (zie Bijlage 1).

Met behulp van dit formulier zal ten eerste informatie over de kwaliteit van de geselecteerde studies worden verkregen. Hiervoor zijn binnen het formulier kritische kwaliteitsvragen te vinden die opgesteld zijn op basis van de richtlijnen van Newman en Elbourne (2004) voor het rapporteren van empirische onderzoekstudies op onderwijskundig domein. In deze richtlijnen wordt vermeld welke informatie in de inleiding, methode, resultaten en conclusie/discussie van een kwalitatief goed artikel terug te vinden moet zijn. De kwaliteitsvragen die uit deze richtlijnen gehaald zijn, zijn verder samengevat tot tien kwaliteitscriteria. Per kwaliteitscriteria werd aan elke studie een score toegekend en de som van de scores van alle tien criteria heeft tot een eindoordeel geleid. Meer informatie hierover is in de volgende stap te vinden.

Ten tweede zal door het data-extractieformulier ook relevante informatie voor de beantwoording van de onderzoeksvraag verkregen worden. Hierbij wordt informatie over de

verschillende variabelen die onder de categorieën input, proces, context en output vallen uit de artikelen gehaald.

2.6 Stap 6: Beoordelen van alle studies op kwaliteit

Op basis van de verzamelde data uit de formulieren vond per studie een kwaliteitsbeoordeling plaats. Voor elk van de tien kwaliteitscriteria is een score van 1-5 toegekend (1= studie scoort heel laag op het desbetreffende criterium; 5= studie scoort heel hoog op het desbetreffende criterium). De weging van alle criteria was echter niet gelijk. Er is voor gekozen om bij vier criteria met betrekking tot de methode een weging van 1.5 te hanteren. Dit werd gedaan omdat deze criteria in bijzonder hoge mate invloed op de representativiteit en betrouwbaarheid van de resultaten uit de studie uitoefenen en daarom ook voor een groot deel de kwaliteit bepalen.

In totaal betekent dit dat ieder artikel een minimale eindscore van 12 en een maximale eindscore van 60 kon behalen. Afhankelijk van de eindscores zijn de volgende beoordelingen aan de studies toegeschreven:

- 12-30 punten = lage kwaliteit
- 31-45 punten = gemiddelde kwaliteit
- 46-60 punten = hoge kwaliteit

Vervolgens wordt hieronder een beschrijving van de tien kwaliteitscriteria en de manier waarop ernaar gekeken is gegeven.

Bij de inleiding van de artikelen werden twee criteria gehanteerd: 1. de “*duidelijkheid van het doel*” van de studie en 2. de “*achtergrond/rationale*” van de studie.

Bij het criterium “*duidelijkheid van het doel*” is in de artikelen gezocht naar duidelijke uitspraken over het doel en er werd gekeken of onderzoeksvragen genoemd werden. Wanneer deze informatie te vinden was is een hoge score aan dit criterium toegekend. Wanneer doelen en onderzoeksvragen niet genoemd of te vaag geformuleerd waren, werden er punten afgetrokken.

De focus bij het criterium “*achtergrond/rationale*” werd op de theoretische onderbouwing van de studie gelegd. Er werd gekeken in hoeverre de onderzoekers met literatuur duidelijk konden maken waarom en voor wie hun studie belangrijk is. Verder speelde bij de beoordeling een rol of concepten waarop het onderzoek gebaseerd is uitgelegd en geoperationaliseerd werden. Punten zijn afgetrokken wanneer weinig literatuur en/of te veel oude literatuur voor de onderbouwing gebruikt is en wanneer de relevantie van de studie niet duidelijk naar voren kwam. Een minpunt was ook wanneer concepten onvoldoende uitgelegd waren en het dus moeilijk was om de rationale van het onderzoek te begrijpen.

De volgende vijf criteria zijn gericht op de kwaliteitsbepaling van de methodiek die de onderzoekers voor hun studies gehanteerd hebben. Concreet betekent dit dat er kritisch gekeken werd naar *het onderzoeksdesign, de meetinstrumenten, de steekproef/proefpersonen, contextfactoren en statistische methoden*.

“*Het onderzoeksdesign*” is een van de criteria welke de kwaliteit van de studies in een hoge mate bepalen. Een slecht onderzoeksdesign en/of een ontoereikende doorvoering van het onderzoek openen de deur voor meetfouten en andere validiteitbedreigers. Dit heeft tot gevolg dat bevindingen geen betrouwbare waarde meer kan worden toegeschreven. Vanuit deze argumentatie is ervoor gekozen een hogere weging voor dit criterium toe te passen. Voor de scoring is hierbij gekeken naar wat voor een onderzoeksdesign is gebruikt en of de onderzoekers goed met beperkingen zijn omgegaan. Het was hier bijvoorbeeld belangrijk of er een controlegroep was, of groepen in verschillende condities van tevoren vergelijkbaar met elkaar waren en of de doorvoering van de interventie zonder problemen plaats vond. Punten werden dus afhankelijk van het onderzoek afgetrokken wanneer er bijvoorbeeld geen sprake was van een pretest en/of wanneer er geen controle groep was.

Het volgende criterium “*de meetinstrumenten*” hoort eveneens tot de criteria die een hogere weging toegekend kregen omdat ze in een hogere mate de kwaliteit van de studies bepalen. Reden hiervoor is dat instrumenten met een lage validiteit en betrouwbaarheid een vertekend beeld van de resultaten kunnen opleveren. Daarom is ernaar gekeken of in de artikelen informatie over de validiteit en betrouwbaarheid van de gebruikte instrumenten gerapporteerd werd. Uitspraken over hoe testitems ontwikkeld zijn, of waar items vandaan gehaald zijn, hoe ze getoetst zijn en met welke resultaten,

hebben tot hoge scores op dit criterium geleid. Ontbrekende informatie echter had tot gevolg dat lage scores zijn gegeven.

Een ander belangrijk criterium voor de kwaliteit van de methode is *de steekproef*. De selectieprocedure en het aantal scholen/klassen/leerlingen dat aan het onderzoek deelgenomen heeft speelt een grote rol voor de representativiteit en generaliseerbaarheid van een studie. Daarom is ook voor dit criterium een hogere weging gehanteerd. Om te bepalen of de steekproeven voldoende groot zijn is gebruik gemaakt van een aantal vuistregels. Volgens Wilson-Van Voorhis en Morgan (2007) is de steekproefgrootte afhankelijk van de statistische methodes die toegepast worden. Bij correlatie- en regressieanalyses is een steekproefgrootte van minimaal $n=50$ te adviseren, bij het meten van verschillen tussen groepen met bijvoorbeeld t-tests of ANOVA wordt een minimum van $n=30$ per cel aangeraden, bij een factoranalyse is een grootte van $n=300$ acceptabel en bij het gebruik van een Chi-kwadraat toets kan van een minimum van $n=20$ (echter niet minder dan $n=5$ per cel) worden uitgegaan (Wilson-Van Voorhis & Morgan, 2007). Verder is bij dit criterium rekening gehouden met de rapportage van drop-outs omdat dit ook een factor is welke de resultaten kan vertekenen. Ontbrekende informatie hierover heeft tot aftrek in de punten geleid.

Het volgende criterium is *“de contextfactoren”*. De kwaliteit van een studie kan verhoogd worden door rekening met contextfactoren te houden die mogelijk invloed op de uitkomsten zouden kunnen hebben. Studies die bijvoorbeeld demografische gegevens van de leerlingen, karakteristieken van de school, implementatieprocedures, kenmerken van de leerkracht en of de aard van ICT niet alleen genoemd maar ook in hun analyse hebben opgenomen, hebben een hoge score op dit criterium kunnen bereiken.

Het laatste criterium dat een indicatie van de kwaliteit van de methode geeft is *“statistische methoden”*. Ook bij dit criterium is besloten om de scores hoger te wegen omdat het de kwaliteit van de studie in hoge mate beïnvloeden kan. Een goed doorgevoerde dataverzameling betekent aan het eind zoveel als niets wanneer de statistische analyse ervan ontoereikend is en daardoor foutieve resultaten ontstaan. Voor de scoring op dit criterium is ernaar gekeken of de onderzoekers hun statistische methoden genoemd hebben, maar vooral ook of ze deze toegelicht en beargumenteerd hebben. Voor een te beknopte omschrijving van de data-analyse waarbij niet te zien was waarom de één of ander methode gebruikt is, zijn lagere scores toegekend.

Ten slotte zijn nog drie criteria toegepast om de kwaliteit van de rapportage van de resultaten en de conclusie/discussie te beoordelen: *volledigheid en helderheid resultaten, helderheid van de conclusie/discussie en beperkingen van de studie*.

Bij het criterium *“volledigheid en helderheid resultaten”* is ernaar gekeken of data ontbreken en of de uitkomsten op een overzichtelijke manier gepresenteerd worden. Een goede score hebben bijvoorbeeld artikelen bereikt die de resultaten in een logische structuur gepresenteerd hebben, die uitkomsten overzichtelijk in tabellen hebben laten zien en waar het significantieniveau vermeld was.

Bij het criterium *“helderheid conclusie/discussie”* is beoordeeld of de conclusies en discussiepunten logisch uit de resultaten voortvloeien en of een antwoord op de onderzoeksvraag gegeven wordt. Positief gewaardeerd is hierbij ook als de onderzoekers de conclusies naar een bredere context overdragen zodat beweringen over de generaliseerbaarheid gemaakt kunnen worden.

Het laatste criterium voor de kwaliteitsbeoordeling is *“beperkingen van de studie”*. Ieder studie heeft beperkingen die meer of minder zwaar wegen en het is ook een indicatie van kwaliteit als onderzoekers de beperkingen van hun eigen studie vermelden. Wanneer binnen artikelen informatie te vinden was waarbij onderzoekers beperkingen van hun onderzoeksmethode, hun onderzoeksdoorvoering en/of hun resultaten toestaan, is een hoge score toegekend. Wanneer echter over mogelijke beperkingen niets vermeld was kreeg de studie op dit criterium een lage score.

Na de beoordeling van de studies door één onderzoeker zijn 27 studies die op de grens tussen lage en gemiddelde kwaliteit of gemiddelde en hoge kwaliteit lagen, nog door een tweede persoon beoordeeld. Dit is gedaan om de validiteit en betrouwbaarheid van de kwaliteitsbeoordeling te verhogen. In 82% van de gevallen (22 van 27 artikelen) zijn de twee beoordelaars in hun mening over de kwaliteit overeengekomen. Voor de studies waar een verschil van mening was is de kwaliteit nog een keer onderling bediscussieerd totdat een gezamenlijk oordeel gevonden was. Uiteindelijk heeft de beoordeling tot de volgende kwaliteitsverdeling onder de 70 studies geleid: 10 studies zijn op lage kwaliteit beoordeeld, 39 studies op gemiddelde kwaliteit en 21 studies op hoge kwaliteit.

De reden voor een beoordeling op lage kwaliteit was in de meeste gevallen een ontoereikend onderzoeksdesign. Vooral het ontbreken van een pretest heeft tot gevolg gehad dat de resultaten en conclusies van studies niet betrouwbaar waren. Studies die in de categorie ‘lage kwaliteit’ vallen zijn daarom verder voor de resultaten van deze systematische review buiten beschouwing gelaten. De bevindingen van studies met lage kwaliteit zijn te discutabel en twijfelachtig om een bijdrage aan de beantwoording van de onderzoeksvragen te kunnen leveren.

2.7 Stap 7: Analyseren van resultaten uit de studies

Na de invulling van de data-extractieformulieren is de informatie van de artikelen, die met gemiddelde of hoge kwaliteit beoordeeld zijn, samengevoegd om conclusies te kunnen trekken over de invloed van ICT op leerprestaties en variabelen die op deze relatie invloed hebben.

Het is gebleken dat de studies sterk van elkaar verschillen met betrekking tot de gebruikte onderzoeksmethoden, de onderzoeksdoelen en de variabelen die geanalyseerd worden. De studies zijn dus heterogeen van aard. Volgens Petticrew en Roberts (2006) is het in dit geval raadzaam om de conclusies uit de verschillende studies met een “verhalende synthese” samen te brengen. Dit houdt het systematisch beschrijven, tabelleren, rapporteren en integreren van de resultaten in.

2.8 Stap 8: Samenvatten van resultaten en trekken van conclusies

In de laatste stap worden uit de resultaten conclusies voor de beantwoording van de onderzoeksvraag getrokken.

3. Resultaten

In totaal zijn er 60 studies onderzocht op hun bevindingen met betrekking tot de effectiviteit van ICT op leerprestaties en de variabelen die deze invloed mede bepalen. Deze bevindingen zullen hier in detail worden besproken.

Ten eerste wordt ingegaan op algemene kenmerken van de studies, daarna volgt een analyse van de uitkomsten van de studies in termen van output, input, proces en context.

3.1 Algemene kenmerken van de studies

Ten eerste kan worden geconstateerd dat er een onevenwichtige verdeling van de studies qua onderzoeksland vastgesteld is: Verenigde Staten 37%, Turkije 18%, Taiwan 13 %, Israel 8%, Maleisië 7% en 17% verdeeld over andere landen. De grote meerderheid van de studies is afkomstig uit Amerikaanse en Aziatische gebieden (41% en 51% respectievelijk).

Ten aanzien van het vakgebied richten zich 21 studies (35%) op wiskunde, 37 studies (62%) op natuurwetenschappen en twee studies (3%) op allebei. Vooral de natuurwetenschappelijke vakken hebben dus de afgelopen jaren aandacht in het kader van ICT-onderzoek in exacte vakken gekregen.

Verder zijn de studies qua specificiteit van de onderzochte ICT-interventie als volgt verdeeld: 13 studies (22%) richten zich op de invloed van ICT in het algemeen en 47 studies (78%) op de effectiviteit van specifieke programma's en e-learning omgevingen.

Gepaard hiermee gaat ook een verschil tussen de studies in onderzoeksdoelen. Aan de ene kant zijn er studies die de effectiviteit van verschillende instructiekenmerken met elkaar vergelijken. Hierbij kan het gaan om onderzoek naar implementatiestrategieën op klas- of schoolniveau of onderzoek naar specifieke instructiestrategieën binnen de e-learningomgeving zelf. Deze studies spelen vooral een rol wanneer men te weten wil komen welke specifieke methoden in het ‘proces’ effectief zijn of welke maatregelen en omstandigheden een positief effect op leerresultaten juist tegenwerken. De uitkomsten van deze studies zullen daarom grotendeels in het desbetreffende onderdeel (‘proces’) gedetailleerd worden besproken. Het gaat hierbij in totaal om 27% van de studies (n=16).

Aan de andere kant zijn er studies die zich met name richten op de vergelijking van ICT-gebruik tegenover traditioneel onderwijs, of die zich richten op het leggen van verbanden tussen de hoeveelheid ICT-gebruik/de mate van ICT-vaardigheden en leerprestaties. Het doel van deze studies is vooral om een licht te werpen op de richting van de invloed die ICT op leerprestaties heeft. De meerderheid van de studies (n=44, 73%) vallen in deze categorie. Hun resultaten zullen onder de paragraaf ‘output’ worden besproken.

Uiteindelijk ziet de verdeling van de studies qua onderzoeksmethode er als volgt uit: 52 (quasi)experimentele studies (87%), 6 correlatieve onderzoeken (10%), één review studie (2%) en één meta-analyse (2%). Tabel 1 geeft een overzicht van de algemene kenmerken van de studies.

Tabel 2 *Algemene kenmerken van studies (n=60)*

Kenmerken studies		%
Onderzoeksland	Verenigde Staten	37
	Turkije	18
	Taiwan	13
	Israel	8
	Maleisië	7
	Andere landen	17
Vakgebied	Wiskunde	35
	Natuurwetenschappen	62
	Allebei	3
Specificiteit	ICT in het algemeen	22
	Specifieke ICT	78
Onderzoeksmethode	(Quasi)experimenteel onderzoek	78
	Correlatieve onderzoek	10
	Meta-analyse	2
	Review studie	2
Onderzoeksdoel	Focus op effectiviteit van specifieke instructiekenmerken/ implementatiestrategieën	27
	Focus op richting van de invloed van ICT op prestaties	73

3.2 Output

Van de 44 studies die hier onder de loep genomen zijn rapporteren 26 studies (59%) een positieve invloed van ICT op leerprestaties, 4 studies (9%) vermelden een negatieve invloed van ICT op leerprestaties, 8 studies (18%) resulteren in gemixte uitkomsten en 6 studies (14%) hebben in hun onderzoek geen significant verschil gevonden.

Op het eerste gezicht kan hieruit geconcludeerd worden dat de richting van invloed in meer dan de helft van de gevallen positief is. Hoewel in 14% van de studies geen aanvullende waarde van ICT gevonden is, kan ook worden opgemerkt dat ICT in deze gevallen geen schade aan de leerprestaties heeft toegevoegd. Alleen maar een klein aantal studies rapporteert een negatief effect van ICT op leerprestaties. Een overzicht van de kenmerken van studies die op de richting van invloed van ICT op leerprestaties ingaan is in Tabel 3 te vinden.

Wat betreft de mate van de invloed kunnen hier helaas geen betrouwbare uitspraken worden gedaan omdat maar 12% (n=4) van de (quasi)experimentele studies die een effect hebben gevonden, effectgroottes vermelden.

Tabel 3 *Overzicht studies die op de richting van invloed van ICT op leerprestaties ingaan (n=44)*

	Positief effect (n=26)	Negatief effect (n=4)	Gemixt effect (n=8)	Geen effect (n=6)
Verdeling qua vakgebied	35% W 62% N 4% W,N ¹	75% W 25% N	13% W 75% N 13% W,N	67% W 33% N
Verdeling qua methode (Q)E/C/M/R ²	85% (Q)E 8% C 4% M 4% R	50% (Q)E 50% C	88% (Q)E 13% C	83% (Q)E 17% C
Meet-instrument prestaties	27% gestandaardiseerde regionale/nationale/internationale toets 62% toets ontwikkeld door onderzoekers/school/leraren/experts 12% onbekend	100% gestandaardiseerde regionale/nationale/internationale toets	38% gestandaardiseerde regionale/nationale/internationale toets 63% toets ontwikkeld door onderzoekers/school/leraren/experts	50% gestandaardiseerde regionale/nationale/internationale toets 50% toets ontwikkeld door onderzoekers/school/leraren/experts

1. W= wiskunde, N= natuurwetenschappelijke vakken.

2. (Q)E= (quasi)experimenteel onderzoek, C= correlatieve onderzoek, M= meta-analyse, R= review studie.

Correctie van prestaties op kenmerken van de leerling

Zoals eerder in het conceptueel model (Figuur 2) omschreven, zouden de leerprestaties gecontroleerd moeten worden voor bepaalde kenmerken van de leerling: voorgaande toetsresultaten, intelligentie, SES, etniciteit en geslacht. In hoeverre de studies hiermee rekening hebben gehouden zal vervolgens worden besproken.

Meer dan driekwart van de studies (n=37, 84%) voeren in hun onderzoek pretests uit of maken in hun data-analyse gebruik van voorgaande toetsresultaten van leerlingen, zodat gegarandeerd kan worden dat groepen ten aanzien van voorgaande resultaten vóór de interventie gelijk aan elkaar waren. Voor 14% van de studies (n=6) is een correctie voor voorgaande resultaten niet mogelijk, omdat er correlatief onderzoek uitgevoerd werd naar de samenhang tussen toetsdata uit bijvoorbeeld de PISA-studie en data over bijvoorbeeld de hoeveelheid computergebruik van leerlingen. Bij deze studies zijn voorgaande resultaten als een covariabele niet beschikbaar. Verder is er één meta-analyse in de selectie te vinden waarbij onbekend is of de geanalyseerde studies hun resultaten op voorgaande resultaten hebben aangepast.

Wat betreft de correctie van resultaten op de intelligentie van leerlingen kan hier worden opgemerkt dat geen enkele studie de gemeten leerprestaties daarop aanpast.

De meerderheid van de studies corrigeert hun resultaten op het geslacht van de leerlingen. In totaal gaan 25 van de 44 studies (57%) op de variabele ‘geslacht’ in en geven aan of de onderzoeksgroepen met betrekking tot het geslacht vergelijkbaar zijn. Het overige deel van de studies (n=19, 43%) geeft helaas geen enkele informatie over het geslacht van de leerlingen.

Verder houden weinig studies naar de invloed van ICT op leerprestaties in hun resultaten rekening met de SES van de leerlingen. De grote meerderheid van 82% van de studies (n=36) gaat niet in op de variabele ‘SES’. Maar 8 van de 44 studies (18%) geven informatie over de verdeling van de SES in hun steekproef.

Ten slotte is er nog binnen de studies gekeken of deze hun resultaten op de etniciteit van leerlingen aanpassen. Maar voor 12 van 44 studies (27%) is dit het geval.

Samengevat laten de bovenstaande cijfers zien dat de studies hun resultaten wel op voorgaande resultaten aanpassen, maar over het algemeen weinig rekening houden met de correctie van de leerprestaties op de demografische variabelen (geslacht, SES, intelligentie, etniciteit) van de leerlingen.

3.2.1 Differentiële effecten

Sommige van de studies die hun resultaten op voorgaande resultaten of demografische factoren van de leerling corrigeren, gebruiken de data ook voor statistische analyses om na te gaan of het effect van ICT op de leerprestaties mogelijk verschilt qua prestatievermogen, geslacht, SES of etniciteit van de leerling. Een tabellarisch overzicht van onderzoeksmethoden, onderzoekskenmerken en onderzoeksuitkomsten van de desbetreffende studies is in Bijlage 2 te vinden.

De bevindingen over mogelijke differentiële effecten zullen vervolgens worden besproken.

Prestatievermogen

Aan de hand van pretest scores of voorgaande toetsresultaten hebben 9 van de 44 studies (21%) het prestatievermogen van leerlingen bepaald en als covariabele in hun analyse opgenomen. Het doel hiervan is om na te gaan of de effectiviteit van ICT op leerlingresultaten door het prestatievermogen beïnvloed wordt.

Bij nauwkeuriger beschouwing van onderzoek met deze mogelijke invloedvariabele, verschillen de studies sterk van elkaar.

Yu, She en Lee (2010) hebben in hun onderzoek positieve effecten van computerondersteunde instructie voor de experimentele groep op de retentietest gevonden, waarbij qua prestatievermogen geen verschil vastgesteld is. Daarentegen hebben bijvoorbeeld Ong en Ruthven (2010) in hun onderzoek naar de effectiviteit van zogenoemde ‘Smart Schools’ in Maleisië negatieve effecten voor leerlingen met lage voorgaande prestaties gevonden, terwijl in totaal een positief effect voor leerlingen met gemiddelde of hoge voorgaande prestaties te zien was. Onderzoek van Tienken en Maher (2008) leidt zelfs tot de conclusie dat ICT (in deze studie is sprake van een ‘drill-and-practice’-programma) de prestaties van alle leerlingen negatief heeft beïnvloed en volgens deze auteurs geldt dit vooral voor zwakke leerlingen.

In tegenstelling hiertoe hebben Owusu, Monney, Appiah en Wilmot (2010) en Park, Khan en Petrina (2009) geconcludeerd dat computerondersteunde instructie juist voor zwakke leerlingen positieve effecten heeft. Verder komt ook Bos (2007) tot de conclusie dat een interactieve leeromgeving voor het leren van kwadratische functies leerlingen met zwakke prestaties helpt om hun wiskundecijfers te verhogen. Ook Hannafin en Foshay (2008) vermelden positieve effecten van ICT op de prestaties van risicoleerlingen. Bij dit onderzoek heeft computerondersteunde instructie deze leerlingen geholpen om de kloof met de goed presterende leerlingen te verkleinen (Hannafin & Foshay, 2008). Chandra en Lloyd (2008) sluiten in hun resultaten aan bij deze bevindingen over een positieve invloed van ICT op leerlingen met minder goede prestaties. Echter, deze onderzoekers hebben ook negatieve effecten voor meisjes met een hoog prestatievermogen gevonden (Chandra & Lloyd, 2008). Dit effect was niet bij hoogpresterende jongens te zien.

Ten slotte is er nog een ander drietal studies dat heeft laten zien dat de effectiviteit van ICT voor laag presterende leerlingen verhoogd kan worden (Hoon, Chong & Ngah, 2010; Pedaste & Sarapuu, 2006; Ross, Bruce & Sibbald, 2011). Omdat deze drie studies echter bij de groep onderzoeken horen die hun focus op de effectiviteit van specifieke instructiekenmerken of implementatiestrategieën leggen, zullen deze meer gedetailleerd onder de paragraaf 'proces' worden besproken.

Samengevat geven bovenstaande resultaten voor een groot deel indicaties dat ICT vooral voor zwakke leerlingen een positief effect kan hebben.

Geslacht

Op het geslacht van de leerlingen als differentiële variabele gaan in totaal zeven studies (15%) in.

Barnea & Shauli (2008), Judson (2010), Larwin (2010) en Yusuf en Afolabi (2010) hebben in hun onderzoeken naar de invloed van ICT op leerprestaties geen effect qua geslacht gevonden.

Echter, er zijn ook studies die aanleiding tot bezorgdheid over het gebruik van ICT voor meisjes geven. Onderzoek van Dunleavy en Heinecke (2008) heeft aangetoond dat een 1:1 laptopinterventie significant grotere positieve effecten op de prestaties in natuurwetenschappelijke vakken van jongens dan van meisjes had. Park et al. (2009) hebben zelfs aangetoond dat significant positieve effecten van de inzet van computerondersteunde instructie alleen voor jongens en niet voor meisjes te zien waren. Ook Chandra en Lloyd (2008) hebben een negatief effect voor meisjes gevonden. Echter, volgens deze auteurs hebben alleen meisjes met een hoog prestatievermogen onder de ICT-interventie geleden (Chandra & Lloyd, 2008).

Ook met betrekking tot de manier van implementatie kunnen blijkbaar verschillen tussen meisjes en jongens optreden. Een interessante bevinding in deze context is namelijk door Ding, Bosker & Harskamp (2011) gedaan. Deze auteurs hebben het effect van 'gender pairing' en ICT in het onderwijs onderzocht. De resultaten hebben laten zien dat de prestaties van meisjes die met een ander meisje binnen een e-learning-omgeving samenwerkten significant hoger waren dan de prestaties van meisjes die met een jongen samenwerkten. Voor jongens was dit effect niet te zien (Ding et al., 2011).

Samengevat laten de resultaten naar de invloed van de variabele 'geslacht' een tweedeling in studies zien. Aan de ene kant vermelden de studies dat het geslacht van leerlingen geen rol speelt en aan de andere kant tonen ze aan dat jongens meer van ICT profiteren of dat er zelfs negatieve effecten voor meisjes zijn.

Sociaaleconomische status (SES)

In totaal gaan drie studies (7%) in op de mogelijke invloed van SES op de leerprestaties bij de inzet van ICT.

Shapley, Sheehan, Maloney en Carnikas-Walker (2011) hebben de effecten van een ICT-interventie over een periode van twee tot drie jaar gemeten. Terwijl het effect in de experimentele groep niet significant was, is een positieve trend over de jaren heen te zien, vooral voor leerlingen met een lage SES (Shapley et al., 2011). Het zou kunnen dat effecten in de loop van de jaren statistisch significant zullen worden (Shapley et al., 2011).

Daarentegen stellen Tienken en Maher (2008) dat computerondersteunde instructie in de vorm van 'drill-and-practice' leerlingen met een lage SES niet kon helpen om hun resultaten te verbeteren, hun prestaties werden zelfs negatief beïnvloed. Dit komt echter niet overeen met onderzoek van Tienken en Wilson (2007). Hierbij had computerondersteunde instructie in vorm van 'drill-and-

practice' een positief effect op de prestaties van leerlingen. Er is daarbij geen verschil gevonden wat betreft de SES van de leerlingen.

Samengevat kan worden gesteld dat er weinig bekend is over de invloed van de SES van leerlingen op het effect van ICT in het onderwijs, zodat beweringen over de impact van deze variabele hier niet mogelijk zijn.

Etniciteit

In totaal differentiëren twee studies (5%) hun resultaten op basis van de etniciteit van leerlingen.

Judson (2010) heeft onderzocht of er een verband bestaat tussen ICT-vaardigheden en wiskunde-prestaties. Daarbij is ook rekening met de variabele 'etniciteit' gehouden. De resultaten laten zien dat er geen verband gevonden is, noch voor alle leerlingen noch voor specifieke etnische groepen (Judson, 2010). Ook Tienken en Maher (2008) concluderen op basis van hun resultaten dat het geen verschil maakt of leerlingen van Latijns-Amerikaanse, Afrikaanse, Aziatische of blanke herkomst zijn. Voor alle vier groepen werd een negatief effect van computerondersteunde instructie op de leerprestaties gevonden (Tienken en Maher, 2008).

Uitgaande van de twee bovengenoemde studies is er geen verschil in de effectiviteit van ICT op de leerprestaties van de verschillende etnische groepen. Ten eerste is echter het aantal studies te klein voor betrouwbare uitspraken en ten tweede hebben beide studies alleen betrekking op de Amerikaanse context.

3.3 Input

Zoals in het conceptueel model (Figuur 2) te zien is vallen onder de input de ICT-faciliteiten van een school en de houding ten aanzien van en de ervaringen met ICT van de docent en leerling.

Binnen een aantal studies wordt wel genoemd over welke ICT-faciliteiten de school beschikt, maar er is geen vergelijkend onderzoek gedaan tussen bijvoorbeeld scholen met kwalitatief en kwantitatief hoge ICT-voorziening en scholen die minder goed in ICT voorzien zijn. Een aantal studies onderzoekt wel het effect van de aanwezigheid van ICT-faciliteiten in scholen op leerprestaties, alhoewel dit altijd gebeurt in het kader van de implementatie van complex ICT-beleid op schoolniveau. Daarom worden deze studies in de onderstaande paragraaf over processen op schoolniveau besproken.

Wat betreft de houding ten aanzien van en de ervaringen met ICT en de invloed daarvan op de effectiviteit van ICT in het onderwijs van docenten en leerlingen kunnen geen beweringen worden gedaan. Een aantal studies noemt wel of docenten/leerlingen ervaringen met computers hebben, maar geen enkele studie controleert of er een verschil in de effectiviteit van ICT op leerprestaties bestaat wanneer leerlingen/docenten ervaren of onervaren zijn. Hetzelfde geldt voor de houding van leerlingen en docenten. Sommige studies meten wel of de houding van leerlingen na de interventie veranderd is, maar er wordt niet onderzocht of de effectiviteit van ICT op leerprestaties mede afhankelijk is van een positieve houding van docenten/leerlingen ten opzichte van ICT.

3.4 Proces

Zoals in Figuur 2 al aangetoond kunnen verschillende processen op school- en klasniveau van invloed zijn op de effectiviteit van ICT voor leerprestaties. Hieronder zal per niveau worden besproken wat binnen de geselecteerde studies bekend is over de effectiviteit van bepaalde instructiekenmerken of maatregelen.

3.4.1 Processen op schoolniveau

Weinig studies gaan duidelijk in op ICT-interventies op schoolniveau. Binnen deze systematische review zijn er vijf studies die min of meer in detail programma's voor ICT-integratie op scholen beschrijven en hun effecten op leerprestaties onderzoeken.

Alle studies zijn longitudinaal van aard en vier van de vijf studies rapporteren significant positieve effecten van de interventie op de leerprestaties (Hannafin & Foshay, 2008; Lowther et al., 2008; Ong & Ruthven, 2010;). De enige studie waarbij geen significant verschil vastgesteld kon worden, vermeldt wel een positieve trend ten opzichte van leerprestaties over de duur van drie jaren heen (Shapley et al., 2011).

De studies worden met name door de volgende aspecten voor een succesvolle implementatie van ICT gekenmerkt:

- voorziening van scholen met voldoende ICT-faciliteiten en geschikt instructiemateriaal (Dunleavy & Heinecke, 2008; Lowther et al., 2008; Ong & Ruthven, 2010; Shapley et al., 2011)
- de inzet van een ICT-coördinator en/of technische en pedagogische coaches ter ondersteuning van het personeel (Dunleavy & Heinecke, 2008; Hannafin & Foshay, 2008; Lowther et al., 2008; Shapley et al., 2011;)
- stimulering van de samenwerking van leraren door het vormen van teams en/of regelmatige bijeenkomsten (Dunleavy & Heinecke (2008); Hannafin & Foshay, 2008; Lowther et al., 2008)
- de professionele ontwikkeling van docenten (Dunleavy & Heinecke, 2008; Shapley et al., 2011; Lowther et al., 2008)

Verder wordt door Hannafin en Foshay (2008) ook de steuning door het schoolleiderschap als een kenmerkend aspect genoemd.

Een meer gedetailleerd overzicht van de methodiek, kenmerken en uitkomsten van desbetreffende studies is in de vorm van een tabel in Bijlage 3 te vinden.

3.4.2 Processen op klasniveau

In de volgende paragrafen zal worden besproken in hoeverre studies ingaan op de invloed van zowel implementatiestrategieën voor ICT in de klas als specifieke instructiekenmerken van de e-learning omgevingen op de effectiviteit van ICT op leerprestaties.

Implementatie in de klas

ICT kan op verschillende manieren in het onderwijs geïntegreerd worden. Slavin, Lake en Groff (2009) bijvoorbeeld onderscheiden (1) het gebruik van ICT als aanvulling op de bestaande lespraktijk van de leerkracht en (2) het gebruik van ICT-leeromgevingen als zelfstandig en van de docent vrijstaand onderdeel van het curriculum. In hun review naar effectieve programma's voor wiskunde hebben deze auteurs gevonden dat het aanvullende gebruik effectiever is (Slavin et al., 2009). Onderzoek van Atici en Polat (2010) komt met deze bevinding overeen. Deze onderzoekers hebben gecontroleerd of er een verschil in de effectiviteit van een online leeromgeving te zien is wanneer het als aanvulling op traditionele instructie gebruikt wordt of als enige vorm van instructie. Er werd aangetoond dat de aanvullende ICT-conditie het meest effectief is en dat leerlingen de aanwezigheid van een docent voor het stellen van vragen waarderen en als enorm belangrijk zien (Atici & Polat, 2010).

Wanneer ICT op een aanvullende manier gebruikt wordt speelt volgens Ross et al. (2011) ook de volgorde waarin ICT ingezet wordt een rol. In hun onderzoek werd gevonden dat leerlingen over het algemeen beter presteerden toen ze eerst instructie van de leerkracht kregen en daarna met computerondersteunde instructie aan de slag gingen dan andersom (Ross et al., 2011).

Verder hebben Ross en Bruce (2009) gevonden dat computergebaseerde instructie alleen effectief was toen leerlingen alle voorgeschreven leermodules hadden doorlopen ($d=0.53$). Zelfs toen leerlingen vier van vijf modules afgerond hadden was het effect bijna gelijk aan nul ($d=0.02$).

Een ander instructiekenmerk dat door meerdere studies als effectief bevonden wordt is collaboratief leren met ICT.

Yusuf en Afolabi (2010) stellen op basis van hun onderzoek dat computerondersteunde instructie het meest effectief is wanneer leerlingen in groepen aan de slag gaan dan wanneer ze individueel werken. Ook Hoon et al. (2010) hebben grotere effecten van collaboratief leren ten opzichte van individueel leren binnen een computergebaseerde mastery-learning omgeving gevonden. Kwon en Cifuentes (2009) hebben de effecten van collaboratief versus individueel concept mapping op leerprestaties onderzocht. Terwijl er geen significant verschil gevonden is tussen de prestaties van leerlingen die collaboratief en leerlingen die individueel gewerkt hebben, was wel te zien dat de collaboratief geproduceerde concept maps uitgewerkter waren.

Een ander interessant instructiekenmerk is door Jang (2006) onderzocht: team-teaching samen met web-gebaseerd leren. De resultaten hebben laten zien dat de prestaties van de leerlingen in de

experimentele groep in vergelijking met de controle groep significant meer verhoogd zijn. Zowel de houding van de leerlingen als van de leerkrachten was positief ten aanzien van deze nieuwe manier van leren (Jang, 2006). Deze bevinding komt overeen met de eerder genoemde resultaten op schoolniveau welke aantonen dat samenwerking tussen leerkrachten de effectiviteit van ICT-integratie verhoogt.

Een samenvatting van de resultaten en methodologische kenmerken van de bovengenoemde studies is in tabellarische vorm in Bijlage 4 te vinden.

Instructiekenmerken van ICT

Er is ten eerste gekeken welke soorten ICT onderzocht zijn binnen de studies die zich op specifieke programma's of leeromgevingen richten (n=47). Daarbij is gebruik gemaakt van de al eerder genoemde categorisatie van ICT volgens De Jong et al. (2003): ICT als instructiemiddel, werktuig/instrument, simulatie van de werkelijkheid, communicatiemiddel of evaluatie-instrument. Het is gebleken dat het moeilijk is om een scheiding tussen deze categorieën te maken. Dit komt door het feit dat de e-learningomgevingen in de studies vaak enorm complex zijn en de verschillende soorten ICT overlappen.

Echter, wanneer men de focus van de studies beschouwt, richt de grote meerderheid van de studies (n=43, 92%) zich met name op ICT als instructiemiddel waarbij vaak ook simulaties, tools en communicatiemiddelen binnen de leeromgeving geïntegreerd zijn. Maar 3 studies (6%) houden zich puur bezig met ICT als werktuig/instrument en één studie (2%) onderzoekt ICT als evaluatie-instrument. De resultaten van deze vier laatstgenoemde studies laten een positief effect van ICT zien. Echter, het aantal studies is voor deze twee categorieën te klein om hier betrouwbare en generaliseerbare beweringen over hun effectiviteit op leerprestaties te kunnen maken.

Binnen de studies die ICT als instructiemiddel onderzoeken is vervolgens gekeken of er specifieke instructiestrategieën vergeleken en geanalyseerd worden op hun invloed op leerprestaties. De bevindingen zullen hier worden besproken. Aanvullend is een tabellarisch overzicht van de methodologische kenmerken en onderzoeksuitkomsten van deze studies in Bijlage 5 te vinden.

Twee overkoepelende thema's die binnen meerdere studies gevonden zijn, zijn (1) de integratie van ondersteuningselementen in de leeromgeving en (2) de individualisering van instructie. Beide aspecten hebben positieve effecten op leerprestaties laten zien en de desbetreffende studies zullen in het volgende worden besproken.

Chien, Yunus, Ali en Bakar (2008) hebben bijvoorbeeld onderzocht of computerondersteunde instructie effectiever is wanneer het samen met een intelligent tutoring-systeem (ITS) gebruikt wordt. Een ITS kan worden gedefinieerd als een systeem dat op basis van de input van de leerling in staat is kennis en vaardigheden vast te stellen en de instructie individueel daarop aan te passen (Chien et al., 2008). De resultaten hebben laten zien dat computerondersteunde instructie samen met ITS effectiever is voor het leren van algebra in wiskunde dan computerondersteunde instructie alleen. Bovendien is deze combinatie van computerondersteunde instructie en ITS voor docenten goed inzetbaar om normaal presterende leerlingen verder te laten werken en laag presterende leerlingen individueel te steunen (Chien et al., 2008). Onderzoek van Pedaste en Sarapuu (2006) sluit op deze bevinding aan. Deze onderzoekers hebben de effecten van een ondersteuningssysteem binnen een webgebaseerde leeromgeving op leerprestaties onderzocht. Het ondersteuningssysteem heeft op basis van de input van groepen leerlingen de volgorde en moeilijkheidsgraad van de taken aangepast. Een positief effect op de leerprestaties werd daardoor bereikt (Pedaste & Sarapuu, 2006).

Verder hebben Kopcha en Sullivan (2008) in hun onderzoek laten zien dat de mate van controle die aan de leerling binnen een e-learningomgeving gegeven wordt, invloed op de leerprestaties heeft. De ideale hoeveelheid controle hangt daarbij volgens Kopcha en Sullivan (2008) van de voorkennis en het prestatievermogen van de leerling af. Er werd gevonden dat men leerlingen met een hogere voorkennis/prestatievermogen wel meer eigen controle kan geven. Echter, voor leerlingen met lage voorkennis/prestatievermogen is meer controle door de computer het best (Kopcha & Sullivan, 2008). Een soortgelijke conclusie trekken ook Hoon et al. (2010) uit hun onderzoek. Zij rapporteren positieve effecten van een mastery-learning aanpak voor met name zwakke leerlingen. Kenmerkend voor mastery-learning is dat leerlingen eerst een bepaald leerdoel moeten bereiken voordat ze verder mogen gaan met het volgende onderdeel (Hoon et al., 2010).

Wat specifiekere ondersteuningsstrategieën en geïndividualiseerdere instructiestrategieën zijn door Bulu en Pederson (2010), Ku, Harter, Liu, Thompson en Cheng (2007), Wang et al. (2006) en Zin (2009) onderzocht.

Ku et al. (2007) hebben bijvoorbeeld onderzocht of leerlingen beter presteren wanneer computerondersteunde instructieteksten gepersonaliseerd worden aangeboden door de integratie van hobby's en voorkeuren dan wanneer de instructie neutraal aangeboden wordt. Hoewel de prestaties van leerlingen met een hoog prestatievermogen in beide condities gelijk waren, hebben zwakke leerlingen significant van de gepersonaliseerde instructie geprofiteerd (Ku et al., 2007).

Ook de aanpassing van de instructie op leerstijlen binnen een e-learning omgeving heeft een positieve invloed op leerprestaties, zoals aangetoond door onderzoek van Zin (2009). Leerlingen die binnen een bij hun leerstijl aansluitende multimediaomgeving gewerkt hebben hadden significant hogere scores op de posttest dan leerlingen waarbij de instructie qua leerstijl niet aangepast was (Zin, 2009).

Bulu en Pederson (2010) hebben verder de effecten van domein-algemene en domein-specifieke scaffolds met verschillende niveaus van ondersteuning (voortdurend vs. afnemend) op natuurwetenschappelijke prestaties onder de loep genomen. Domein-algemene scaffolds ondersteunen leerlingen in het opdoen van kennis over concepten en strategieën die in verschillende domeinen toegepast kunnen worden, zoals bijvoorbeeld vaardigheden in het oplossen van problemen. Domein-specifieke scaffolds daarentegen geven binnen een bepaalde domein hints aan de onervaren leerling over welke specifieke stappen en kennis gebruikt moeten worden om een probleem op te lossen (Bulu & Pederson, 2010). De resultaten van het onderzoek hebben laten zien dat ten aanzien van de prestaties domein-specifieke scaffolds effectiever zijn dan domein-algemene scaffolds. Echter, er is wel gebleken dat domein-algemene scaffolds leerlingen beter bij monitoring- en evaluatieactiviteiten helpen. Een combinatie van beide soorten scaffolds is daarom het best (Bulu & Peterson, 2010). Wat betreft het niveau van ondersteuning is gevonden dat domein-specifieke scaffolds het best voortdurend aan de leerlingen kunnen worden aangeboden, terwijl het bij domein-algemene scaffolds niet uitmaakt of deze voortdurend of in afnemende vorm aangeboden worden (Bulu & Pederson, 2010).

Naast scaffolding strategieën kunnen ook formatieve assessmentstrategieën de effectiviteit van digitale leerprogramma's op prestaties beïnvloeden. Wang et al. (2006) hebben in hun onderzoek uitgezocht dat een combinatie van de volgende zes strategieën leerprestaties positief beïnvloeden: (1) de mogelijkheid tot herhalen van incorrect beantwoorde items, (2) feedback over incorrecte antwoorden, (3) de mogelijkheid om de docent vragen te sturen, (4) een interface waarbij scores van peers en persoonlijke scores zichtbaar zijn, (5) de mogelijkheid om de voortgang/geschiedenis van antwoorden in te zien, en (6) beloning voor afgeronde onderdelen.

Naast verschillende manieren van ondersteuning en individualisering is er nog een ander thema gevonden. Hierbij gaat het om de invloed van het instructieformaat.

Kablan en Erden (2007) hebben bijvoorbeeld onderzocht of de manier waarop instructieteksten met animaties verwerkt zijn een verschil maakt. Binnen de eerste conditie kregen de leerlingen animaties en tekst gescheiden van elkaar op het scherm te zien en binnen de tweede conditie was de tekst in de animatie geïntegreerd. De resultaten hebben laten zien dat het geïntegreerde instructieformaat tot significant hogere scores leidt dan het gescheiden instructieformaat. Hierop aansluitend hebben Liu en Chuang (2011) onderzocht of de effectiviteit van computeranimaties hoger is wanneer gebruik wordt gemaakt van auditief-verhalende instructie bij de animaties of wanneer simpelweg on-screen tekst gebruikt wordt. De resultaten hebben aangetoond dat de auditief-verhalende instructievorm tot significant hogere prestaties leidt.

Afsluitend zal nog kort worden ingegaan op de algemene onderwijsconcepten die binnen de e-learningomgevingen geïntegreerd zijn. De analyse van de in de studies onderzochte ICT op hun onderliggende pedagogiek heeft duidelijk laten zien dat een constructivistische aanpak domineert. Veelal genoemde concepten hierbij zijn ontdekkend leren, onderzoekend leren, actief leren, probleemgebaseerd leren en leerling-gecentreerd leren. Vaak worden deze concepten echter alleen kort genoemd en geen enkel studie vergelijkt de effecten van verschillende pedagogische concepten.

3.5 Context

Over beleidsmaatregelen die de effectiviteit van ICT in het onderwijs bevorderen of juist belemmeren kan hier niets worden gezegd, omdat hierop helaas in geen enkele studie duidelijk wordt ingegaan.

4. Conclusie en discussie

Met deze systematische review is een poging gedaan om de vraag naar de impact van ICT in exacte vakken op leerprestaties in het voortgezet onderwijs te beantwoorden.

Het blijkt dat het niet mogelijk is om een duidelijk antwoord op de onderzoeksvraag te vinden omdat de effectiviteit van ICT in het onderwijs afhankelijk is van een complex netwerk van mogelijke invloedsvariabelen. De resultaten hebben laten zien dat een ontwarring van de variabelen op grond van ontbrekend onderzoek of beperkte informatie in deze systematische review alleen maar gedeeltelijk mogelijk was.

Echter, een aantal conclusies over advies- en aandachtspunten voor de inzet van ICT in exacte vakken in het voortgezet onderwijs kunnen op basis van de resultaten wel getrokken worden. Deze zullen hier in vorm van aanbevelingen voor scholen en leerkrachten worden besproken. Maar allereerst zal nog op beperkingen van dit onderzoek worden ingegaan. Deze systematische review zal worden afgesloten met aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.

4.1 Beperkingen van het onderzoek

In het literatuuronderzoek zijn 86 artikelen met behulp van vijf inclusiecriteria geselecteerd. Een eerste beperking is dat de toetsing van de studies aan de inclusiecriteria door slechts één onderzoeker is gedaan. Het zou dus kunnen dat een tweede persoon andere artikelen had geselecteerd, vooral bij studies waar twijfel heerste of ze nu wel of niet aan de inclusiecriteria voldeden.

Een tweede beperking van dit onderzoek is dat 16 artikelen niet verder geanalyseerd konden worden omdat deze niet via de universiteitsbibliotheek beschikbaar waren. Het zou zo kunnen dat de resultaten van deze systematische review door de uitkomsten van de ontbrekende studies beïnvloed hadden kunnen worden.

Daarnaast is ervoor gekozen om alleen artikelen te selecteren die in het Engels gepubliceerd zijn. Het is echter mogelijk dat het selecteren van studies in een andere taal meer resultaten had opgeleverd.

Een andere methodische beperking betreft de selectie van alleen maar gepeer-reviewde artikelen. Dit leidt mogelijk tot het gevaar van ‘publication bias’. Veelal worden artikelen niet gepubliceerd wanneer blijkt dat ze geen significante relaties vinden. In deze review zaten slechts zes studies waarin geen effect werd aangetroffen. Mogelijk zijn er meer studies waarin geen effecten werden gevonden.

Verder is de kwaliteit van slechts 27 artikelen door een tweede persoon beoordeeld. De betrouwbaarheid van de kwaliteitsbeoordeling zou dus verder kunnen worden verhoogd door een tweede beoordelaar voor alle artikelen raad te plegen.

Ten slotte kan nog kritiek uitgeoefend worden op de samenstelling van zoektermen. De zoektermen zijn op basis van de Thesaurusfunctie binnen de databases en door het inlezen in literatuur samengesteld. Echter, tijdens het data-extractieproces is nog een aantal termen aan het licht gekomen die de zoekactie mogelijk hadden kunnen uitbreiden. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld de zoektermen “mobile learning”, “video conferenc*” en “student management system*”. Het zou kunnen dat relevante artikelen daardoor bij het literatuurzoek niet gevonden zijn.

4.2 Aanbevelingen voor scholen en leerkrachten

De grote meerderheid van studies die de richting van de invloed van ICT op leerprestaties onder de loep neemt heeft positieve effecten gevonden of heeft laten zien dat de integratie van ICT in het onderwijs even effectief is als traditioneel onderwijs. Negatieve effecten worden nauwelijks vermeld.

Echter, er moet daarbij worden opgemerkt dat binnen de studies in deze systematische review in 92% van de gevallen de focus op ICT als instructiemiddel ligt.

Op basis hiervan kan op het eerste gezicht de inzet van ICT als instructiemiddel in exacte vakken in het voortgezet onderwijs worden aanbevolen. Echter moet rekening worden gehouden met een aantal factoren.

Scholen moeten bijvoorbeeld een aantal aandachtspunten voor de implementatie in acht nemen. Op basis van de in de resultaten benoemde studies lijkt een succesvolle integratie van ICT op schoolniveau gestimuleerd te kunnen worden als de schoolleider:

1. voldoende ICT-faciliteiten aanschafft;
2. voor het personeel tenminste één expert voor ICT-integratie, ICT-coördinatie en pedagogische hulp voltijds ter beschikking stelt. De functie zou kunnen worden omschreven als ICT-coördinator of ICT-coach;
3. naast de interne training door een expert, aan de leraren ook de mogelijkheid biedt voor externe professionele ontwikkeling;
4. de samenwerking van leerkrachten stimuleert, bijvoorbeeld door het vormen van teams en/of de inroostering van regelmatige bijeenkomsten;
5. ervoor zorgt dat steeds een contactpersoon voor technische hulp ter beschikking staat.

De bovengenoemde punten laten al zien hoe belangrijk leerkrachten voor het succes van ICT bij leerprestaties zijn.

Ook onderzoeken die in de resultaten onder implementatie op klasniveau besproken zijn, hebben laten zien dat het voor scholen aan te raden is ICT niet als zelfstandig en van de docent onafhankelijk instructiemiddel te beschouwen. ICT heeft een groter effect op leerprestaties wanneer het als aanvulling op de bestaande lespraktijk van de leerkracht gebruikt wordt en de leraar steeds voor individuele vragen van de leerling ter beschikking staat.

Verder is het op basis van de resultaten aan te raden dat de leerkracht eerst de instructie voor de hele klas geeft en de leerlingen pas daarna de instructie via ICT krijgen. Een goed tijdsmanagement is daarvoor te adviseren omdat onderzoek aangetoond heeft dat een programma mogelijkwerwijs alleen maar effectief zijn kan wanneer het volledig doorlopen wordt.

Wat betreft de vraag of leerlingen beter collaboratief of individueel binnen een e-learning omgeving zouden kunnen werken, kan op basis van meerdere studies worden gesteld dat leerlingen over het algemeen beter presteren wanneer ze in groepen leren. Het is daarom aan te raden om bij de keuze van instructieprogramma's onder andere het criterium te hanteren dat binnen het programma mogelijkheden tot communicatie tussen leerlingen geïntegreerd zijn en/of dat de instructie en opgaven collaboratie tussen leerlingen bevorderen.

Een ander criterium dat door meerdere studies onderzocht en als effectief voor leerprestaties bevonden is, zijn geïntegreerde ondersteuningscomponenten. Scholen/leerkrachten zouden daarom bij de keuze voor computerondersteunde instructie ook dit criterium in ogenschouw nemen. Concreet betekent dit dat bijvoorbeeld programma's met scaffoldingstrategieën of formatieve assessmentcomponenten of "Intelligent Tutoring Systems" (ITS) te adviseren zijn.

Het laatstgenoemde, ITS, integreert nog een ander aspect dat volgens meerdere studies de effectiviteit op leerprestaties verhoogt: individualisering van instructie. Daarom wordt geadviseerd om naar programma's te zoeken die in staat zijn om op basis van de input van de leerling de instructie individueel aan te passen. Te denken valt hierbij aan programma's die de volgorde en moeilijkheidsgraad van de instructie op basis van het individuele prestatievermogen aanpassen, programma's die leerlingen eerst een stap verder laten gaan wanneer een bepaald leerdoel bereikt is, of programma's die de instructie op de leerstijl van de leerling aanpassen, etc..

Een laatste criterium waarop bij de keuze voor een programma gelet kan worden is het instructieformaat. Op basis van onderzoek is te adviseren dat binnen een programma de cognitieve belasting van leerlingen zo ver mogelijk verminderd wordt voor grotere effecten op prestaties. Tekst en animaties zouden bijvoorbeeld met elkaar geïntegreerd worden in plaats van de presentatie ervan op twee verschillende schermen.

Afsluitend wordt hier nog opgemerkt dat er meerdere studies zijn die indicaties geven dat het gebruik van ICT niet voor alle groepen leerlingen even effectief is.

Een aantal studies heeft laten zien dat meisjes minder van ICT profiteren dan jongens of dat hun prestaties zelfs negatief beïnvloed worden. Andere studies hebben geen effect qua geslacht gevonden.

Reden voor mogelijke verschillen qua geslacht kunnen divers zijn. Het zou kunnen dat programma's "gender-biased" zijn, het zou kunnen dat jongens bij groepswork met meisjes dominantier zijn, of het zou kunnen dat meisjes weinig affiniteit ten opzichte van technologie hebben. Oplossingen voor leerkrachten zouden kunnen zijn om (1) programma's op "gender-bias" te controleren, (2) jongens en meisjes niet in tweetallen samen te laten werken en (3) ICT samen met diverse andere instructiestrategieën te gebruiken.

Verder zijn door meerdere studies positieve effecten bij het gebruik van ICT op leerprestaties voor leerlingen met een laag prestatievermogen gevonden. Weinig studies spreken deze bevinding tegen. Daarom kan geconcludeerd worden dat ICT veelbelovend is als bevorderingsstrategie voor zwakke leerlingen in de exacte vakken. Dit kan helpen om hun prestaties te verhogen en de kloof met hun medeleerlingen te verkleinen.

4.3 Aanbevelingen voor wetenschappelijk onderzoek

Deze systematische review heeft laten zien dat er nog veel aanvullend onderzoek naar de invloed van ICT op leerprestaties in exacte vakken in het voortgezet onderwijs wenselijk is. Ten tweede is opgevallen dat het wetenschappelijke onderzoek op dit gebied nog methodologische tekorten vertoont.

Op deze beide aspecten zal hier in het kort worden ingegaan.

Methodologische aanbevelingen

Bij de analyse van de onderzoeken is gebleken dat veel studies de gemeten leerprestaties niet op demografische kenmerken van de leerlingen corrigeren. Om tot betrouwbaardere resultaten te komen wordt daarom aanbevolen om meer rekening te houden met de SES, het geslacht, de intelligentie en de etniciteit van leerlingen.

Verder hebben weinig studies effectgroottes vermeld. In de toekomst zouden deze vaker in de wetenschappelijke artikelen vermeld moeten worden om de lezer een duidelijker beeld van de mate van invloed van ICT op leerprestaties te geven.

Aanbevelingen voor onderzoekthema's

Op basis van de resultaten is onderzoek naar de volgende thema's wenselijk om een duidelijker beeld van invloedsvariabelen op de effectiviteit van ICT op leerprestaties te verkrijgen.

Er zijn indicaties voor differentiële effecten voor verschillende groepen leerlingen. De bevindingen van deze studies spreken elkaar tot nu toe echter nog vaak tegen. Meer onderzoek naar differentiële effecten is wenselijk om tot meer eenduidige conclusies te kunnen komen.

Verder is er geen vergelijkend onderzoek met betrekking tot de houding en vaardigheden van de docenten ten opzichte van ICT. Onderzoek naar de invloed ervan op leerprestaties wordt hier aanbevolen om inzichten in de invloed van inputvariabelen te kunnen leveren. Hetzelfde geldt voor de houding en vaardigheden van leerlingen ten opzichte van ICT.

Een ander thema voor meer onderzoek is een internationaal vergelijkend onderzoek naar de effectiviteit van landelijk beleid op leerprestaties ten aanzien van ICT in het onderwijs. Een up-to-date SITES studie zou bijvoorbeeld kunnen helpen om nieuwe kennis over effectieve beleidsmaatregelen op macro-niveau op te doen.

Naast de bovengenoemde aanbevelingen voor onderzoek naar output-, input- en contextvariabelen, is er nog een aantal factoren bij het proces die naar meer helderheid vragen. Met name gaat het hierbij om meer onderzoek naar

- de rol die de leerkracht het best kan innemen wanneer hij/zij ICT in zijn/haar lessen inzet
- welke pedagogiek/manier van lesgeven het best bij de integratie van ICT in het onderwijs past
- de effectiviteit van andere soorten ICT dan ICT als instructiemiddel op leerprestaties

Ten slotte is het aantal studies dat zich op processen op schoolniveau richt binnen deze systematische review klein. Het is daarom aan te bevelen om hier in de toekomst nog meer onderzoek naar te doen zodat voor scholen 'best practices' ter beschikking komen te staan. In het verleden zijn deze wel uitgevoerd (bijvoorbeeld SITES), maar gezien de snelle ontwikkelingen op het gebied van ICT zou nieuw onderzoek hiernaar een toegevoegde waarde kunnen hebben. Met name de rol van het schoolleiderschap bij de implementatie van ICT in scholen is een punt dat in toekomstig onderzoek meer aandacht zou kunnen krijgen.

5. Referenties

- Abuhmaid, A. (2011). ICT training courses for teacher professional development in Jordan. *Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 10(4), 195-210. Verkregen via <http://www.tojet.net/articles/v10i4/10420.pdf>
- Atici, B., & Polat, O. C. (2010). Influence of the online learning environments and tools on the student achievement and opinions. *Educational Research and Reviews*, 5(8), 455-464. Verkregen via <http://www.academicjournals.org/ERR/PDF/Pdf%202010/Aug/Atici%20and%20Polat.pdf>
- Balanskat, A., Blamire, R., & Kefala, S. (2006). *The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European Schoolnet.
- Bos, B. (2007). The effect of the Texas Instrument Interactive Instructional Environment on the mathematical achievement of eleventh grade low achieving students. *Journal of Educational Computing Research*, 37(4), 351-368. doi:10.2190/EC.37.4.b
- Baron, G.-L., & Bruillard, E. (2007). ICT, educational technology and educational instruments. Will what has worked work again elsewhere in the future?. *Education and Information Technologies*, 12(2), 71–81. doi:10.1007/s10639-007-9033-9
- Breugel, G. Van, Cörvers, F., Dupuy, A., & Thor, J. Van. (2010). *De arbeidsmarkt voor bètatechnici: Vooruit- en terugblik*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Bulu, S. T., & Pedersen, S. (2010). Scaffolding middle school students' content knowledge and ill-structured problem solving in a problem-based hypermedia learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 58(5), 507-529. doi:10.1007/s11423-010-9150-9
- Cavas, B., Cavas, P., Karaoglan, B., Kislal, T. (2009). A study on science teachers' attitudes toward information and communication technologies in education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 8(2). Verkregen via <http://www.tojet.net/volumes/v8i2.pdf#page=21>
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2009). *De digitale economie 2009*. Den Haag: CBS.
- Chandra, V., & Lloyd, M. (2008). The methodological nettle: ICT and student achievement. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1087-1098. doi:10.1111/j.1467-8535.2007.00790.x
- Chien, T. C., Yunus, A. S., Ali, W. Z. W., & Bakar, A. R. (2008). The effect of an Intelligent Tutoring System (ITS) on student achievement in algebraic expression. *International Journal of Instruction*, 1(2), 25-38. Verkregen via http://e-iji.net/dosyalar/iji_2008_2_2.pdf
- Cox, M.J., & Marshall, G. (2007). Effects of ICT: Do we know what we should know?. *Education and Information Technologies*, 12(2), 59-70. doi:10.1007/s10639-007-9032-x
- Creemers, B., & Slegers, P. (2003). De school als organisatie. In Verloop, N., & Lowyck, J., *Onderwijskunde* (pp. 113-146). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Dawson, C., & Rakes, G. C. (2003). The influence of principals' technology training on the integration of technology into schools. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(1), 29-49. Verkregen via http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1133304866250_585937957_2778/dawson.pdf
- De Jong, T., Kanselaar, G., & Lowyck, J. (2003). ICT in het onderwijs. In Verloop, N., & Lowyck, J., *Onderwijskunde* (pp. 331-373). Groningen: Wolters-Noordhoff.

- Ding, N., Bosker, R. J., & Harskamp, E. G. (2011). Exploring gender and gender pairing in the knowledge elaboration processes of students using computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, *56*(2), 325-336. doi:10.1016/j.compedu.2010.06.004
- Donnelly, D., McGarr, O., & O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & Education*, *57*(2), 1469-1483. doi:10.1016/j.compedu.2011.02.014
- Dunleavy, M., & Heinecke, W. F. (2008). The impact of 1:1 laptop use on middle school math and science standardized test scores. *Computers in the Schools*, *24*(3-4), 7-22. doi:10.1300/J025v24n03_02
- Gille, E., Loijens, C., Noijons, J., & Zwitser, R. (2010). *Resultaten PISA-2009: Praktische kennis en vaardigheden van 15-jarigen*. Arnhem: Stichting CITO instituut voor toetsontwikkeling.
- Hannafin, R. D., & Foshay, W. R. (2008). Computer-based instruction's (CBI) rediscovered role in K-12: An evaluation case study of one high school's use of CBI to improve pass rates on high-stakes tests. *Educational Technology Research and Development*, *56*(2), 147-160. doi:10.1007/s11423-006-9007-4
- Harrison, C., Lunzer, E.A., Tymms, P., Fitz-Gibbon, C.T., & Restorick, J. (2004). Use of ICT and its relationship with performance in examinations: A comparison of the ImpaCT2 project's research findings using pupil-level, school-level and multilevel modelling data. *Journal of Computer Assisted Learning*, *20*(5), 319-337. doi:10.1111/j.1365-2729.2004.00099.x
- Hayes, D.N.A. (2007). ICT and learning: Lessons from Australian classrooms. *Computers & Education*, *49*(2), 385-395. doi:10.1016/j.compedu.2005.09.003
- Hoon, T. S., Chong, T. S., & Binti Ngah, N. A. (2010). Effect of an interactive courseware in the learning of matrices. *Educational Technology & Society*, *13*(1), 121-132. Verkregen via http://www.ifets.info/journals/13_1/12.pdf
- Jang, S.-J. (2006). The effects of incorporating web-assisted learning with team teaching in seventh-grade science classes. *International Journal of Science Education*, *28*(6-12), 615-632. doi:10.1080/09500690500339753
- Judson, E. (2010). Improving technology literacy: Does it open doors to traditional content? *Educational Technology Research and Development*, *58*(3), 271-284. doi:10.1007/s11423-009-9135-8
- Kablan, Z., & Erden, M. (2008). Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers & Education*, *51*(2), 660-668. doi:10.1016/j.compedu.2007.07.002
- Kearns, P. (2002). *Towards the connected learning society: An international overview of trends in policy for information and communication technology in education*. Global Learning Services.
- Kopcha, T. J., & Sullivan, H. (2008). Learner preferences and prior knowledge in learner-controlled computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, *56*(3), 265-286. doi:10.1007/s11423-007-9058-1
- Kozma, R. B. (2008). Comparative analysis of policies for ICT in education. In J. Voogt, G. Knezek (eds.) *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*, 1083-1096. Berlin: Springer Science.

- Ku, H.-Y., Harter, C. A., Liu, P.-L., Thompson, L., & Cheng, Y.-C. (2007). The effects of individually personalized computer-based instructional program on solving mathematics problems. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1195-1210. doi:10.1016/j.chb.2004.11.017
- Kwon, S. Y., & Cifuentes, L. (2009). The comparative effect of individually-constructed vs. collaboratively-constructed computer-based concept maps. *Computers & Education*, 52(2), 365-375. doi:10.1016/j.compedu.2008.09.012
- Lai, K.-W., & Pratt, K. (2004). Information and communication technology (ICT) in secondary schools: the role of the computer coordinator. *British Journal of Educational Technology*, 35(4), 461-475. Verkregen via doi:10.1111/j.0007-1013.2004.00404.x
- Larwin, K. H. (2010). Reading is fundamental in predicting math achievement in 10th graders. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 5(3), 131-145. Verkregen via <http://www.iejme.com/032010/d2.pdf>
- Lee, S. M., Brescia, W., & Kissinger, D. (2009). Computer use and academic development in secondary schools. *Computers in the Schools*, 26(3), 224-235. doi:10.1080/07380560903095204
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243. doi:10.1007/s10648-010-9125-8
- Liu, H.-C., & Chuang, H.-H. (2011). Investigation of the impact of two verbal instruction formats and prior knowledge on student learning in a simulation-based learning environment. *Interactive Learning Environments*, 19(4), 433-446. doi:10.1080/10494820903356940
- Lowther, D. L., Inan, F. A., Strahl, J. D., & Ross, S. M. (2008). Does technology integration "work" when key barriers are removed? *Educational Media International*, 45(3), 195-213. doi:10.109523980802284317
- Machin, S., McNally, S., & Silva, O. (2007). New technology in schools: Is there a payoff?. *The Economic Journal*, 117(522), 1145-1167. doi:10.1111/j.1468-0297.2007.02070.x
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52. doi:10.1207/S15326985EP3801_6
- McFarlane, A. (2001). Perspectives on the relationship between ICT and assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17(3), 227-234. doi:10.1046/j.0266-4909.2001.00177.x
- Meelissen, M., & Drent, M. (2008). *TIMSS-2007 Nederland: trends in leerprestaties in exacte vakken in het basisonderwijs*. Enschede: Universiteit Twente.
- Munyofu, M., Swain, W. J., Ausman, B. D., Lin, H., Kidwai, K., & Dwyer, F. (2007). The effect of different chunking strategies in complementing animated instruction. *Learning, Media and Technology*, 32(4), 407-419. doi:10.1080/17439880701690109
- Mooij, T., Smeets, E. (2001). Modelling and supporting ICT implementation in secondary schools. *Computers & Education*, 36(1), 265-281, doi:10.1016/S0360131500000683
- Newman, M., & Elbourne, D. (2004). Improving the Usability of Educational Research: Guidelines for the REPOrting of Primary Empirical Research Studies in Education (The REPOSE Guidelines). *Evaluation & Research in Education*, 18(4), 201-212. doi:10.1080/09500790408668319

- Ong, E. T., & Ruthven, K. (2010). The distinctiveness and effectiveness of science teaching in the Malaysian 'Smart school'. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 25-41. doi:10.1080/02635140903513557
- Owusu, K. A., Monney, K. A., Appiah, J. Y., & Wilmot, E. M. (2010). Effects of computer-assisted instruction on performance of senior high school biology students in Ghana. *Computers & Education*, 55(2), 904-910. doi:10.1016/j.compedu.2010.04.001
- Park, H., Khan, S., & Petrina, S. (2009). ICT in science education: A quasi-experimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. *International Journal of Science Education*, 31(8), 993-1012. doi:10.1080/09500690701787891
- Pedaste, M., & Sarapuu, T. (2006). Developing an effective support system for inquiry learning in a web-based environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 47-62. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00159.x
- Pelgrum, W. J. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: Results from a worldwide educational assessment. *Computers & Education*, 37(2), 163-178. doi:10.1016/S0360-1315(01)00045-8
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4). doi:10.1016/j.compedu.2011.12.013
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Plasterk, R.H.A., & Hoeven, M.J.A. van der (2007). Voortgang Deltaplan Bèta/Techniek.
- Reynolds, D., Treharne, D., & Tripp, H. (2003). ICT- the hopes and the reality. *British Journal of Educational Technology*, 24(2), 151-167. doi:10.1111/1467-8535.00317
- Reynolds, D., Teddlie, C., Hopkins, D., & Stringfield, S. (2000). Linking school effectiveness and school improvement. In C. Teddlie & D. Reynolds (Eds.), *The international handbook of school effectiveness research*. London: Falmer Press.
- Ross, J. A., & Bruce, C. D. (2009). Student achievement effects of technology-supported remediation of understanding of fractions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(6), 713-727. doi:10.1080/00207390902971999
- Ross, J. A., Bruce, C. D., & Sibbald, T. M. (2011). Sequencing computer-assisted learning of transformations of trigonometric functions. *Teaching Mathematics and Its Applications: An International Journal of the IMA*, 30(3), 120-137. doi:10.1093/teamat/hrr009
- Sánchez, J., Salinas, Á., Harris, J. (2011). Education with ICT in South Korea and Chile. *International Journal of Educational Development*, 31(2), 126-148. doi:10.1016/j.ijedudev.2010.03.003
- Scheerens, J. (2008). *Een overzichtsstudie naar school- en instructive-effectiviteit*. Enschede: Universiteit Twente.
- Shapley, K., Sheehan, D., Maloney, C., & Caranikas-Walker, F. (2011). Effects of Technology Immersion on middle school students' learning opportunities and achievement. *Journal of Educational Research*, 104(5), 299-315. doi:10.1080/00220671003767615

- Slavin, R. E., Lake, C., & Groff, C. (2009). Effective programs in middle and high school mathematics: A best-evidence synthesis. *Review of Educational Research*, 79(2), 839-911. doi:10.3102/0034654308330968
- Stern, L., Barnea, N., & Shauli, S. (2008). The effect of a computerized simulation on middle school students' understanding of the kinetic molecular theory. *Journal of Science Education and Technology*, 17(4), 305-315. doi:10.1007/s10956-008-9100-z
- Tearle, P. (2004). A theoretical and instrumental framework for implementing change in ICT in education. *Cambridge Journal of Education*, 34(3), 331-351. doi:10.1080/0305764042000289956
- Tienken, C. H., & Maher, J. A. (2008). The influence of computer-assisted instruction on eighth grade mathematics achievement. *RMLE Online: Research in Middle Level Education*, 32(3), 1-13. Verkregen via <http://www.eric.ed.gov/PDFS/EJ827007.pdf>
- Tienken, C. H., & Wilson, M. J. (2007). The impact of computer assisted instruction on seventh-grade students' mathematics achievement. *Planning and Changing*, 38(3-4), 181-190. Verkregen via <http://www.eric.ed.gov/PDFS/EJ785721.pdf>
- Tondeur, J., van Keer, H., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). ICT integration in the classroom: Challenging the potential of a school policy. *Computers & Education*, 51(1), 212-223. doi:10.1016/j.compedu.2007.05.003
- Trey, L., & Khan, S. (2008). How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, 51(2), 519-529. doi:10.1016/j.compedu.2007.05.019
- Vanderlinde, R., Braak, J. van, & Dexter, S. (2012). ICT policy planning in a context of curriculum reform: Disentanglement of ICT policy domains and artifacts. *Computers & Education*, 58(?), 1339-1350. doi:10.1016/j.compedu.2011.12.007
- Volman, M. van Eck, E., Heemskerk, I., Kuiper, E. (2005). New technologies, new differences. Gender and ethnic differences in pupils' use of ICT in primary and secondary education. *Computers & Education*, 45(1), 35-55. doi:10.1016/j.compedu.2004.03.001
- Wang, K.-H., Wang, T. H., Wang, W. L., & Huang, S. C. (2006). Learning styles and formative assessment strategy: Enhancing student achievement in web-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 207-217. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00166.x
- Wellington, J. (2005). Has ICT come of age? Recurring debates on the role of ICT in education, 1982-2004. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 25-39. doi:10.1080/02635140500068419
- Wilson-VanVoorhis, C.R., & Morgan, B. L. (2007). Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 3(2), 43-50. Verkregen via <http://www.tqmp.org/Content/vol03-2/p043/p043.pdf>
- Yerrick, R., & Johnson, J. (2009). Meeting the needs of middle grade science learners through pedagogical and technological intervention. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 9(3), 280-315. Verkregen via <http://www.citejournal.org/articles/v9i3science1.pdf>

- Yu, W.-F., She, H.-C., & Lee, Y.-M. (2010). The effects of web-based/non-web-based problem-solving instruction and high/low achievement on students' problem-solving ability and biology achievement. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 187-199. doi:10.1080/14703291003718927
- Yusuf, M. O., & Afolabi, A. O. (2010). Effects of computer assisted instruction (CAI) on secondary school students' performance in biology. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 9(1), 62-69. Verkregen via <http://www.eric.ed.gov/PDFS/EJ875764.pdf>
- Zin, N. A. M. (2009). A-maths multimedia courseware for effective mathematic learning: Matching instructions to student's learning style. *Journal of Applied Sciences*, 9(8), 1510-1516. Verkregen via <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/jas/2009/1510-1516.pdf>

6. Bijlage

Bijlage 1: Data-extractieformulier

1. Algemene informatie

Titel	
Auteur	
Jaar	
Locatie (Land/stad/regio)	

2. Beoordeling op kwaliteit

Inleiding

Kwaliteitscriteria	Data-extractie	Score
<p><i>Duidelijkheid doel</i></p> <p>Is het doel van de studie duidelijk? Wordt de onderzoeksvraag genoemd?</p>		
<p><i>Achtergrond/Rationale</i></p> <p>Is de studie theoretisch onderbouwd door literatuur en/of een model?</p>		

Methode

Kwaliteitscriteria	Data-extractie	Score
<p><i>Onderzoeksdesign</i></p> <p>Wat voor een onderzoeksdesign is toegepast? Zijn de onderzoekers goed met beperkingen van de onderzoeksdesign omgegaan?</p>		
<p><i>Meetinstrumenten</i></p> <p>Is er informatie over de betrouwbaarheid en validiteit van de gebruikte meetinstrumenten beschikbaar?</p>		

<i>Steekproef/proefpersonen</i> Hoeveel leerlingen/klassen/scholen hebben aan de studie deelgenomen? Is de steekproefgrootte voldoende voor betrouwbare resultaten? Worden drop-outs gerapporteerd?		
<i>Contextfactoren</i> Worden belangrijke contextfactoren geanalyseerd (zoals omgeving van de school, demografische gegevens van leerlingen, rol van de leerkracht, etc.)?		
<i>Statistische methoden</i> Wordt de statistische methode voor de data-analyse genoemd/toegelicht/beargumenteed?		

Resultaten en conclusie

Kwaliteitscriteria	Data-extractie	Score
<i>Volledigheid/Helderheid resultaten</i> Worden de resultaten volledig, helder en overzichtelijk gepresenteerd (bvb in een tabel)? Wordt het significantieniveau genoemd?		
<i>Helderheid conclusie</i> Wordt de conclusie helder gepresenteerd en ondersteund door de resultaten? Wordt ook iets gezegd over de generaliseerbaarheid van de studie?		
<i>Beperkingen</i> Worden ook beperkingen van het onderzoek gerapporteerd?		

Som in totaal: _____

Eindbeoordeling:

3. Data-extractie voor onderzoeksvraag

Input

Proces

Output

Context

Overige opmerkingen:

Bijlage2: Tabel studies die prestaties van leerlingen op differentiële effecten onderzoeken

Auteur	Differentiële Variabele G/PV/E/ SES/I ¹	Vakgebied W/N ²	Kenmerken ICT	Methode (Q)E/C/M/R ³	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Resultaten
Bos (2007)	PV	W	software voor het manipuleren en ontdekken van grafieken/figuren; probleem oplossen <ul style="list-style-type: none"> • specifiek • instructiemiddel/ (interactieve) simulatie • constructivisme 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • controle groep 	<ul style="list-style-type: none"> • 95 leerlingen (“at-risk” leerlingen) • 19 klassen 	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • hogere positieve effecten voor zwakke leerlingen in de EG dan in de CG
Chandra en Lloyd (2008)	G, PV	N	web-gebaseerde e-learning omgeving + leerling-gecentreerd lesgeven <ul style="list-style-type: none"> • specifiek • instructiemiddel • constructivistisch 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • Pretest/posttest • controle groep (cohort studie) 	<ul style="list-style-type: none"> • 442 leerlingen • 1 school 	toets ontwikkeld door de school	<ul style="list-style-type: none"> • EG hoger scores dan CG • negatieve differentiële effecten voor meisjes met een hoge PV gevonden
Ding, Bosker en Harskamp* (2011)	G	N	collaboratieve, probleemgebaseerde e-learning omgeving <ul style="list-style-type: none"> • specifiek • instructiemiddel/ communicatiemiddel • constructivistisch 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • 4 verschillende “gender-pairing” condities 	<ul style="list-style-type: none"> • 96 leerlingen • 2 klassen • 1 school 	toetsen ontwikkeld door school/onderzoekers	<ul style="list-style-type: none"> • differentiële effecten voor meisjes vastgesteld: scores van meisjes die met een ander meisje samenwerkten waren significant hoger dan de scores van meisjes die met een jongen samenwerkten
Dunleavy en Heinecke (2008)	G	W,N	1:1 laptop interventie <ul style="list-style-type: none"> • algemeen • m.n. tool/informatiebron • onderliggende pedagogiek n.v.t. 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • controle groep 	<ul style="list-style-type: none"> • 169 leerlingen • 1 school (lage prestaties, lage SES) 	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • significante groei in prestaties in natuurwetenschappelijke vakken vastgesteld, maar niet in wiskunde • differentiële effecten qua geslacht gevonden: de interventie was effectiever voor jongens
Hannafin en Foshay (2008)	PV	W	computerondersteunde instructie met “mastery learning” aanpak; geïntegreerd in bevorderingsplan voor “at-risk” leerlingen <ul style="list-style-type: none"> • specifiek • instructiemiddel • constructivistisch 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • controle groep 	<ul style="list-style-type: none"> • 126 leerlingen • 1 school 	Gestandaardiseerde nationale toets (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • interventie heeft zwakke leerlingen in de EG geholpen om de kloof tot normaal en hoog presterende leerlingen te verkleinen

Tabel studies die prestaties van leerlingen op differentiële effecten onderzoeken (vervolg)

Auteur	Differentiële Variabele G/PV/E/ SES/I ¹	Vakgebied W/N ²	Kenmerken ICT	Methode (Q)E/C/M/R ³	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Resultaten
Hoon, Chong en Ngah* (2010)	PV	W	interactieve courseware met “mastery learning” aanpak <ul style="list-style-type: none"> • specifiek • instructiemiddel • constructivistisch 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • vergelijking van 3 ICT-condities 	<ul style="list-style-type: none"> • 262 leerlingen • 4 scholen 	toets ontwikkeld door onderzoekers	<ul style="list-style-type: none"> • de coöperatieve “mastery learning” conditie over het algemeen het meest effectief • voor zwakke leerlingen echter differentiele effecten gevonden: hun scores waren in de individuele “mastery learning” conditie het hoogst • de laagste scores in de conditie zonder coöperatie en “mastery learning” aanpak te zien
Judson (2010)	G, E	W	computer <ul style="list-style-type: none"> • algemeen • m.n. instrument/tool • onderliggende pedagogiek n.v.t. 	C <ul style="list-style-type: none"> • Pretest/posttest 	<ul style="list-style-type: none"> • ca 5000 leerlingen 	toets van onderwijskundige website voor het meten van computer vaardigheden; gestandaardiseerd nationale toets voor het meten van wiskunde prestaties (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • groei in computer vaardigheden heeft geen effect op wiskunde prestaties van leerlingen gehad • geen differentiële effecten qua geslacht en etniciteit van leerlingen gevonden
Larwin (2010)	G	W	computerondersteunde instructie <ul style="list-style-type: none"> • algemeen • instructiemiddel • onderliggende pedagogiel onbekend 	C <ul style="list-style-type: none"> • data-set van ELS gebruikt 	<ul style="list-style-type: none"> • 442 leerlingen • 752 scholen 	gestandaardiseerde toets van ELS	<ul style="list-style-type: none"> • het gebruik van computerondersteunde instructie op school hangt negatief samen met prestaties van leerlingen • geen differentiële effecten tussen meisjes en jongens gevonden
Ong en Ruthven (2010)	PV	N	technologie-rijke en leerling-gecentreerde leeromgeving/“Smart Schools”: <ul style="list-style-type: none"> • algemeen • m.n. instructiemiddel • constructivistisch 	(Q)E <ul style="list-style-type: none"> • pretest/posttest • controle groep 	<ul style="list-style-type: none"> • ca 360 leerlingen • 12 klassen • 4 scholen 	gestandaardiseerde nationale toets (Maleisië)	<ul style="list-style-type: none"> • “Smart Schools” hoger scores dan controle scholen • negatieve differentiële effecten voor zwakke leerlingen

Tabel studies die prestaties van leerlingen op differentiële effecten onderzoeken (vervolg)

Auteur	Differentiële Variabele G/PV/E/ SES/I ¹	Vakgebied W/N ²	Kenmerken ICT	Methode (Q)E/C/M/R ³	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Resultaten
Owusu, Monney, Appiah en Wilmot (2010)	PV	N	“drill-and-practice”+ ”tutorial” programma • specifiek • instructiemiddel • behavioristisch	(Q)E • pretest/posttest • controle groep	• 75 leerlingen • 2 scholen	toets ontworpen door onderzoekers	• CG hoger scores dan EG • positieve differentiële effecten voor zwakke leerlingen
Park, Khan en Petrina (2009)	G, PV	N	computerondersteund probleem oplossen • specifiek • instructiemiddel/ (interactieve) simulatie • constructivisme	(Q)E • pretest/posttest • geen controle groep	• 234 leerlingen • 8 klassen • 1 school	toets ontworpen door leerkracht	• positieve differentiële effecten voor zwakke leerlingen • positieve differentiële effecten voor jongens, niet voor meisjes
Pedaste en Sarapuu* (2006)	PV	N	web-gebaseerde leeromgeving voor ontdekkend leren met een geïntegreerde adaptieve ondersteuningssysteem • specifiek • instructiemiddel • constructivisme	(Q)E • pretest/posttest • vergelijking van 2 ICT-condities	• 497 leerlingen/ 125 teams	toets ontwikkeld door onderzoekers	• scores in de conditie met het adaptieve ondersteuningssysteem hoger dan in conditie zonder dit systeem; vooral teams met laag PV hebben ervan geprofiteerd
Ross, Bruce en Sibbald* (2011)	PV	W	web-gebaseerde interactieve multimedia leeromgeving • specifiek • instructiemiddel/ (interactieve) simulatie • constructivistisch	(Q)E • 3meet- momenten: vóór de interventie, tussentijds en daarna • vergelijking van 2 ICT-condities	• 458 leerlingen	toets ontwikkeld door onderzoekers	• de sequentie waarop de computerondersteunde instructie aangeboden werd speelde een rol: ICT-gebruik na instructie voor de hele klas heeft tot hogere scores geleid dan de omgekeerde volgorde, m.n. voor leerlingen met lage PV
Shapley, Sheehan, Maloney en Carnikas- Walker (2011)	SES	W	grootschalige voorziening van scholen met technologie • algemeen • m.n. instructiemiddel/ tool • onderliggende pedagogiek onbekend	(Q)E • meerdere meetmomenten: vóór, tussentijds en na de interventie • controle groep (cohort studie)	• ca 11000 leerlingen (ca 5500 per cohort) • 42 scholen	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	• het effect van de interventie was niet significant, maar een duidelijk positieve trend was wel te zien, vooral voor leerlingen met lage SES

Tabel met studies die prestaties van leerlingen op differentiële effecten onderzoeken (vervolg)

Auteur	Differentiële Variabele G/PV/E/ SES/I ¹	Vakgebied W/N ²	Kenmerken ICT	Methode (Q)E/C/M/R ³	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Resultaten
Stern, Barnea en Shauli (2008)	G	N	interactieve simulatie software • specifiek • (interactieve) simulaties • constructivistisch	(Q)E • pretest/posttest • controle groep	• 133 leerlingen • 6 klassen • 2 scholen	toets op basis van bestaande instrumenten door onderzoekers ontwikkeld	• EG heeft hoger gescoord dan CG • geen differentiële effecten tussen meisjes en jongens gevonden
Tienken en Maher (2008)	PV, E, SES	W	web-gebaseerd “drill-and-practice” + presentatie tools: • specifiek • instructiemiddel/tool • behavioristisch en constructivistisch	(Q)E • pretest/posttest • controle groep	• 284 leerlingen • 1 school	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	• CG hoger scores dan EG • negatieve differentiële effecten voor zwakke leerlingen/leerlingen met lage SES • geen differentiële effecten qua ethniciteit gevonden
Tienken en Wilson (2007)	SES	W	web-gebaseerd “drill-and-practice” + presentatie tools • specifiek • instructiemiddel/ tool • behavioristisch en constructivistisch	(Q)E • pretest/posttest • controle groep	• 267 leerlingen • 4 klassen • 1 school	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	• EG hoger scores dan CG • geen differentiële effecten qua SES gevonden
Yu, She en Lee (2010)	PV	N	web-gebaseerd probleem oplossen: • specifiek • instructiemiddel • constructivistisch	(Q)E • pretest/posttest/ retentietest • controle groep	• 156 leerlingen • 4 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door school	• EG hoger scores op retentietest dan CG; geen verschil op posttest • geen differentiële effecten gevonden
Yusuf en Afolabi (2010)	G	N	interactieve computerondersteunde instructie in vorm van 5 lessen/modules • specifiek • instructiemiddel • constructivistisch	(Q)E • pretest/posttest • controle groep • 2 EG: collaboratief vs individueel ICT gebruik	• 120 leerlingen • 3 scholen	Toets op basis van bestaand instrument door onderzoekers ontwikkeld	• Beide EG effectiever dan CG • Collaboratieve conditie effectiever dan individuele conditie • Geen differentiële effecten voor meisjes en jongens gevonden

*Studie vergelijkt bepaalde ICT instructieontwerpen of implementatiestrategieën met elkaar; geen vergelijking met traditioneel onderwijs

1. G= geslacht, PV= prestatievermogen, E= ethniciteit, SES= sociaal-economische status, I= intelligentie.

2. W= wiskunde, N= natuurwetenschappelijke vakken.

3. (Q)E= (quasi)experimenteel onderzoek, C= correlatieel onderzoek, M= meta-analyse, R= review studie.

Bijlage 3: Tabel studies met focus op ICT-interventies op schoolniveau

Auteur	Vakgebied W/N ¹	Methode/Duur van onderzoek	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Kenmerken van de interventie	Resultaten
Dunleavy en Heinecke (2008)	W,N	<ul style="list-style-type: none"> • pretest posttest controle groep design • longitudinale studie: 2 jaren 	<ul style="list-style-type: none"> • 169 leerlingen • 1 school 	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	1:1 Laptop interventie: <ul style="list-style-type: none"> • laptops voorzien met tekstverwerkings-programma, internet, informatiebronnen • draadloos netwerk in 95% van de school • voortdurend ICT training • voortdurende ondersteuning voor ICT integratie • docenten teams 	<ul style="list-style-type: none"> • significante groei in prestaties in natuurwetenschappelijke prestaties, maar niet in wiskunde
Hannafin en Foshay (2008)	W	<ul style="list-style-type: none"> • pretest posttest controle groep design • longitudinale studie: 1 jaar (4 dagen per week les à 45 minuten) 	<ul style="list-style-type: none"> • 126 leerlingen • 1 school 	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	ICT-gebaseerde bevorderingsstrategie voor zwakke leerlingen: <ul style="list-style-type: none"> • docenten team voor de ontwikkeling van de e-learning cursus • 1 docent door de schoolleider ingezet als manager van de cursus en begeleider van de leerlingen • vrijwilligers uit de gemeente voor individuele ondersteuning van leerlingen tijdens de lessen 	<ul style="list-style-type: none"> • significante groei in wiskunde scores van de participerende “at-risk” leerlingen
Lowther, Inan, Strahl en Ross (2008)	W	<ul style="list-style-type: none"> • pretest posttest controle groep design • cohort studie • longitudinale studie: 3 jaren 	<ul style="list-style-type: none"> • 12420 leerlingen • 26 scholen 	gestandaardiseerde nationale toets (USA)	“Tennessee EdTech Launch” (TnETL): <ul style="list-style-type: none"> • vooziening van scholen met ICT • inzet van technologie coaches voor 1:1 ondersteuning en het ontwerp van curriculummateriaal • stimulering van samenwerking tussen docenten • part-time technici ter beschikking • training en mentoring van het administratieve personeel 	<ul style="list-style-type: none"> • significante groei in prestaties van de leerlingen in de EG

Tabel studies met focus op ICT-interventies op schoolniveau (vervolg)

Auteur	Vakgebied W/N ¹	Methode/Duur van onderzoek	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Kenmerken van de interventie	Resultaten
Ong en Ruthven (2010)	N	<ul style="list-style-type: none"> • Pretest posttest controle groep design • Longitudinale studie: 3 jaren 	<ul style="list-style-type: none"> • ca 360 leerlingen • 12 klassen • 4 scholen 	gestandaardiseerde nationale toets (Maleisië)	“Smart Schools” <ul style="list-style-type: none"> • grote investeringen in ICT-infrastructuur • focus op het gebruik van ICT samen met leerling-gecentreerd leren ter voorbereiding van de leerlingen op het informatie-eeuw 	<ul style="list-style-type: none"> • leerlingen van “Smart Schools” significant hogere prestaties dan leerlingen in gewone scholen
Shapley, Sheehan, Maloney en Carnikas- Walker (2011)	W	<ul style="list-style-type: none"> • pretest posttest controle groep design • cohort studie • longitudinale studie: ca 3 jaren 	<ul style="list-style-type: none"> • ca 11000 leerlingen • 42 scholen 		“Technology Immersion” programma: <ul style="list-style-type: none"> • voorziening van iedere leerling en docent met een laptop • verwerkings-, communicatie en presentatiesoftware ter beschikking gesteld • online instructiebronnen en online tools voor formatief assessment beschikbaar • professionele ontwikkeling van docenten voor de integratie van ICT in het onderwijs • voortdurende technische en pedagogische ondersteuning 	<ul style="list-style-type: none"> • geen significant effect van de interventie op wiskunde prestaties van leerlingen in de EG gevonden, maar er was wel een positieve trend over de jaren heen te zien

1. W= wiskunde, N= natuurwetenschappelijke vakken.

Bijlage 4: Studies met focus op implementatiestrategieën op klasniveau

Auteur	Vakgebied W/N ¹	Methode (Q)E/C/M/R ²	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Onderzoeksdoel	Resultaten
Atici en Polat (2010)	N	(Q)E • pretest posttest controle groep • 3 condities	• 45 leerlingen • 1 school	gestandaardiseerde nationale toets (Turkije)	vergelijking tussen: 1. ICT instructie thuis samen met traditioneel onderwijs op school 2. alleen maar ICT instructie thuis 3. traditioneel onderwijs	de conditie waarbij leerlingen instructie via ICT thuis én face-to-face traditioneel onderwijs kregen was het meest effectief
Ding, Bosker en Harskamp (2011)	N	(Q)E • pretest posttest • 4 condities	• 96 leerlingen • 2 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door school/onderzoekers	vergelijking samenwerking via ICT tussen jongens en meisjes.	de prestaties van meisjes significant slechter wanneer ze met een jongen samenwerken dan met een ander meisje; voor jongens geen verschillen in prestaties vastgesteld
Jang (2006)	N	(Q)E • pretest posttest controle groep	• 128 leerlingen • 4 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door school	vergelijking tussen team teaching + computerondersteunde instructie en traditioneel onderwijs	significant hogere scores in de EG
Kwon en Cifuentes (2009)	N	(Q)E • pretest posttest controle groep • 3 condities	• 161 leerlingen • 8 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door school en onderzoekers	vergelijking tussen: 1. collaboratief concept mapping 2. individueel concept mapping 3. eigen gekozen zelfstudie	leerlingen in de concept mapping condities hadden significant hogere scores dan CG leerlingen; geen significante verschillen tussen de beide EG
Ross en Bruce* (2009)	W	(Q)E • pretest posttest single groep	• 307 leerlingen • 18 klassen • meerdere scholen	onduidelijk door wie toets ontwikkeld is	effectiviteit van een in 5 modules onderverdeelde instructieprogramma onderzocht	het programma was alleen maar effectief wanneer alle 5 modules doorlopen werden; zelfs wanneer 4 van de 5 modules afgerond werden was het leereffect bijna gelijk aan nul
Ross, Bruce en Sibbald (2011)	W	(Q)E • 3 meetmomenten: pretest, tussentijdse test, posttest • 2 condities	• 458 leerlingen	toets ontwikkeld door onderzoekers	effectiviteit van de sequentie waarop een instructieprogramma ingezet wordt is onderzocht: 1. eerst computerondersteunde instructie daarna traditioneel onderwijs 2. eerst traditioneel onderwijs en daarna computerondersteunde instructie	de conditie waarbij leerlingen eerst traditioneel onderwijs kregen en daarna met het computerprogramma aan de slag gingen was effectiever dan de omgekeerde conditie

Tabel studies met focus op implementatiestrategieën op klasniveau (vervolg)

Auteur (jaar)	Vakgebied W/N ¹	Methode (Q)E/C/M/R ²	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Onderzoeksdoel	Resultaten
Slavin, Lake en Groff (2009)	W	R • 38 studies die computer-ondersteunde instructie onderzoeken	n.v.t.	n.v.t.	Vergelijking van effectiviteit van 3 vormen van computerondersteunde instructie 1. computerondersteunde instructie als aanvulling tot traditioneel onderwijs 2. computerondersteunde instructie als zelfstandig en van de docent vrijstaand deel van het curriculum ("core CAI") 3. computer-managed learning systems	Computerondersteunde instructie als aanvulling tot traditioneel onderwijs het meest effectief (ES gemiddeld= 0.19; 18 studies); heel klein positief effect voor "core CAI" (ES gemiddeld= 0.09; 17 studies); heel klein negatief effect voor management systemen (ES gemiddeld= -0.02; 3 studies)
Yusuf en Afolabi (2010)	N	(Q)E • pretest posttest controle groep • 3 condities	• 120 leerlingen • 3 scholen	toets items genomen van gestandaardiseerde nationale toets (Nigeria)	vergelijking tussen: 1. computerondersteunde instructie in groepen 2. computerondersteunde instructie individueel 3. traditioneel onderwijs	beide ICT-condities effectiever dan traditioneel onderwijs; collaboratieve conditie effectiever dan individuele conditie

*Onderzoek bestaat uit twee studies, omdat echter bij studie 1 zwaarwegende implementatieproblemen gerapporteerd worden wordt hier alleen maar op studie 2 ingegaan.

1. W= wiskunde, N= natuurwetenschappelijke vakken.

2. (Q)E= (quasi)experimenteel onderzoek, C= correlatieel onderzoek, M= meta-analyse, R= review studie.

Bijlage 5: Tabel studies die specifieke instructiekenmerken binnen ICT-leeromgevingen onderzoeken

Auteur	Vakgebied W/N ¹	Methode (Q)E/C/M/R ²	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Onderzoeksdoel	Resultaten
Bulu en Pederson (2010)	N	(Q)E • pretest posttest • 4 condities	• 332 leerlingen • 3 scholen	toets items genomen van gestandaardiseerde nationale toets	vergelijking van 4 verschillende scaffolding strategieën: 1. continu domein- specifiek scaffolding 2. afnemend domein-specifiek scaffolding 3. continu domein-algemeen scaffolding 4. afnemend domein-algemeen scaffolding	<ul style="list-style-type: none"> • over het algemeen domein-specifiek scaffolding het meest effectief • voor monitoring en evaluatieve activiteiten is domein-algemeen scaffolding het best • continu ondersteuning was bij de domein-specifieke scaffolding condities het meest effectief • bij de domein-algemene scaffolding condities maakt het niet uit of de ondersteuning continu of afnemend aangeboden wordt
Chien, Yunus, Ali en Bakar (2008)	W	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 62 leerlingen • 1 school	toets ontwikkeld door onderzoekers	vergelijking van computer-ondersteunde instructie + een “Intelligent Tutoring System” (ITS) en computerondersteunde instructie alleen	de scores van leerlingen in de computerondersteunde instructie + ITS conditie waren significant hoger
Hoon, Chong en Ngah (2010)	W	(Q)E • Pretest posttest • 3 condities	• 262 leerlingen • 4 scholen	toets ontwikkeld door onderzoekers	vergelijking tussen: 1. computerondersteund coöperatief mastery learning 2. computerondersteund mastery learning 3. computerondersteund coöperatief leren	de coöperatieve mastery learning conditie was over het algemeen het meest effectief
Kablan en Erden (2007)	N	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 84 leerlingen • 1 school	onduidelijk door wie toets ontwikkeld is	vergelijking tussen: 1. animaties en instructietekst gescheiden van elkaar 2. instructietekst in de animatie geïntegreerd	de tekst en animatie geïntegreerde conditie effectiever dan de gescheiden conditie
Kopcha en Sullivan (2008)	W	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 99 leerlingen • 1 school	toets ontwikkeld door onderzoekers	vergelijking tussen: 1. controle door de computer 2. controle door de leerling	leerlingen met een hoger voorkennis/prestatievermogen kan meer controle worden gegeven; echter is voor leerlingen met lage voorkennis/prestatievermogen meer controle vanuit de computer het best

Tabel studies die specifieke instructiekenmerken binnen ICT-leeromgevingen onderzoeken (vervolg)

Auteur	Vakgebied W/N ¹	Methode (Q)E/C/M/R ²	Steekproef	Meetinstrument prestaties	Onderzoeksdoel	Resultaten
Ku, Harter, Liu, Thompson en Cheng (2007)	W	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 104 leerlingen • 6 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door onderzoekers	effectiviteit van gepersonaliseerde computerondersteunde instructie wordt onderzocht	hoewel de prestaties van leerlingen met een hoog prestatievermogen in beide condities gelijk waren, hebben zwakke leerlingen significant van de gepersonaliseerde instructie geprofiteerd
Liu en Chuang (2011)	N	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 262 leerlingen • 8 klassen • 1 school	toets ontwikkeld door onderzoekers	vergelijking van 2 instructieformaten: 1. auditief-verhalende animaties 2. animaties met simpelweg on-screen tekst	leerlingen in de auditief-verhalende conditie hadden significant hogere scores
Pedaste en Sarapuu (2006)	N	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 497 leerlingen/ 125 teams	toets ontwikkeld door onderzoekers	vergelijking van de effectiviteit van een online omgeving voor ontdekkend leren met en zonder een adaptief ondersteuningssysteem	scores in de conditie met het adaptieve ondersteuningssysteem hoger dan in conditie zonder dit systeem
Wang, Wang, Wang en Huang (2006)	N	(Q)E • pretest posttest • 3 condities	• 455 leerlingen • 12 klassen • 6 scholen	toets ontwikkeld door onderzoekers	onderzoek naar het effect van formatieve assessment strategieën; vergelijking tussen leerlingen die 1. 6 strategieën door het Internet aangeboden kregen 2. 3 strategieën door het Internet aangeboden kregen 3. Geen strategie door het Internet aangeboden kregen	de conditie waarbij een combinatie van 6 formatieve assessment strategieën aangeboden werd, was het meest effectief; geen verschil in effectiviteit tussen de ander twee condities
Zin (2009)	W	(Q)E • pretest posttest • 2 condities	• 35 leerlingen	onbekend door wie de toets ontwikkeld is	onderzoek naar het effect van een op individuele leerstijlen aangepaste multimedia leeromgeving op prestaties	leerlingen die binnen de bij hun leerstijl aansluitende multimedia omgeving gewerkt hebben hadden significant hogere scores dan leerlingen waarbij de instructie niet op hun leerstijl aangepast was