



# Digitale hulpmiddelen in het onderwijs

Over gebruik, effecten en de rol van de leraar

Laat ict werken **voor** het onderwijs



## Voorwoord

Bevindingen uit onderzoek helpen onderwijsprofessionals weloverwogen keuzes te maken. Keuzes die bijdragen aan een effectieve inrichting en organisatie van onderwijs. Een systematische aanpak voor gegevensverzameling is de basis voor het meten en in kaart brengen van effecten. Resultaten uit onderzoek geven dan inzicht in de relatie tussen opties en opbrengsten in de praktijk én in de mechanismen die verklaren waarom en onder welke condities onderwijstoepassingen wel of niet werken.

Op deze manier reikt wetenschappelijk onderzoek empirisch gefundeerde bouwstenen aan voor kwaliteitsverbetering van onderwijs. Kennisnet en NRO werken samen aan de ontwikkeling en verspreiding van kennisbouwstenen over de werking en opbrengsten van ict-toepassingen. Deze publicatie is daar een resultaat van. Ter gelegenheid van de gezamenlijke Onderzoeksconferentie presenteren we graag deze samenvatting van actuele inzichten over de effecten en rol van de leraar bij het gebruik van digitale hulpmiddelen in het onderwijs.

Jelle Kaldewaij (Directeur NRO)

Toine Maes (Algemeen directeur Kennisnet)



# Inhoudsopgave



## 1 Inleiding

- › Over het onderzoek \_\_\_\_\_ 5
- › De kernresultaten in het kort \_\_\_\_\_ 6

## 2 Internationaal literatuuronderzoek:

*Wat weten we over de effecten van computer-ondersteunde instructies op de leerresultaten?*

- › Investeren in ict \_\_\_\_\_ 8
- › Instructie ondersteund met de computer \_\_\_\_\_ 8
- › Rekenen en taal \_\_\_\_\_ 8

## 3 Nederlandse experimenten:

*Over de effecten van computerondersteund leren*

- › De werking van een adaptief oefenprogramma – Muiswerk \_\_\_\_\_ 11
  - › *Drie experimenten* \_\_\_\_\_ 11
    - Experiment 1: de computer individualiseert de oefeningen* \_\_\_\_\_ 11
    - Experiment 2: effecten van adaptief oefenen bij taal* \_\_\_\_\_ 12
    - Experiment 3: relatie tussen niveau en domein en de rol van ouders* \_\_\_\_\_ 12
  - › *Algemene resultaten* \_\_\_\_\_ 13
  - › *Invloed van de leraar* \_\_\_\_\_ 13
- › De werking van een adaptief oefenprogramma – Got it \_\_\_\_\_ 14
  - Experiment 4: online oefenen met rekenen* \_\_\_\_\_ 14

- › Differentiatie binnen de klas met een smartboard \_\_\_\_\_ 15
  - Experiment 5: niveaugroepen in de klas* \_\_\_\_\_ 15
  - › *Wat verklaart het smartboardeffect?* \_\_\_\_\_ 15
- › Digitale differentiatie bij biologie: wat werkt er? \_\_\_\_\_ 16
  - Experiment 6: biologielessen op drie niveaus* \_\_\_\_\_ 16
  - › *Het effect van toetsen en feedback* \_\_\_\_\_ 16
  - Experiment 7: directe en uitgebreide feedback* \_\_\_\_\_ 17
  - Experiment 8: is er een toetseffect?* \_\_\_\_\_ 17

## 4 Wat kunnen we opmaken uit de beschreven onderzoeken?

- › Individualisatie en groepsdifferentiatie \_\_\_\_\_ 19
- › Stimuleren \_\_\_\_\_ 20
- › Tabel: Overzicht van de experimenten \_\_\_\_\_ 21

## 5 Algemene conclusies \_\_\_\_\_ 22

## Referenties \_\_\_\_\_ 25

## Colofon \_\_\_\_\_ 27





# 1 Inleiding

Het onderwijs staat voor de taak om de ontwikkeling van leerlingen zo goed mogelijk te stimuleren, met de best mogelijke leerresultaten als gevolg. Kunnen digitale hulpmiddelen bijdragen aan deze doelstelling van het onderwijs? Dat is de hoofdvraag in deze publicatie.



## Over het onderzoek

Wie aan ict in het onderwijs denkt, denkt waarschijnlijk aan apparaten zoals computers, tablets, smartphones en digiborden, of misschien ook aan educatieve software zoals educatieve games en oefenprogramma's. De internationale wetenschappelijke literatuur en de beschreven Nederlandse experimenten in deze publicatie laten zien dat deze apparaten en programma's op zichzelf niet genoeg zijn om leerlingen beter te laten leren. De effectiviteit hangt af van de manier waarop ze worden ingezet. Als computers gebruikt worden om te tekstverwerken of muziek te luisteren en niet voor didactische doeleinden, hoeven er geen effecten op het leren te worden verwacht. Het kan zelfs negatief uitpakken omdat het (verkeerde) afleiding is.

Resultaten van onderzoek laten zien dat de werkzaamheid van digitale programma's behoorlijk groot kan zijn. Tegelijkertijd zien we dat ondanks alle investeringen in ict en het feit dat vrijwel alle scholen over computers beschikken, de leerresultaten niet per definitie vooruit gaan. Kennelijk wordt ict dikwijls niet optimaal ingezet in het onderwijs. De, soms behoorlijke, investeringen leveren niet het gewenste resultaat. Hoe kan dat?

## Bewezen effectief?

Er zijn veel redenen voor te noemen, maar een mogelijke verklaring is dat mensen in het onderwijs geen zicht hebben op wat wel en niet bewezen effectief is. Dat kan onder andere komen doordat de onderzoeksresultaten voor hen vaak niet voldoende toegankelijk en duidelijk zijn. Om dat te ondervangen biedt deze publicatie een overzicht van recente onderzoeksresultaten. Al het onderzoek in deze

publicatie - zowel in de literatuurstudie als de experimenten - is experimenteel of quasi-experimenteel. Dan is het bestudeerde effect toe te schrijven aan de interventie en niet aan andere factoren.

In de beschreven experimenten passen de onderzochte hulpprogramma's zich op verschillende manieren aan de niveaus van de leerlingen aan. Twee van hen zijn zogenoemde adaptieve programma's, dat wil zeggen dat het programma de opdrachten aanpast aan het niveau van de individuele leerling. Twee andere programma's differentiëren op groepsniveau.

Wat is een effect en wanneer is een effect significant voor het onderwijs? Een effect is een wetenschappelijk begrip dat niet zomaar naar de onderwijspraktijk is te vertalen. Ook 'significant' heeft een heel specifieke wetenschappelijke betekenis. Wat betekent het dan bijvoorbeeld als in een experiment een klein significant effect van 0,16 SD (SD = standaarddeviatie) gevonden wordt? Wat betekent dat concreet voor een cijfer voor wiskunde? Je kunt dit niet één-op-één vertalen, maar ruwweg gezegd kan zo'n klein effect een paar tienden verschil in het gemiddelde cijfer betekenen. Verder is het goed om op te merken dat je in onderwijsonderzoek vaak maar een klein effect vindt: een interventie van een paar uur gedurende een paar weken op ruim 900 onderwijsuren per jaar kan ook maar een klein verschil maken.

Tot slot een afbakening: deze publicatie richt zich op digitale hulpmiddelen naar oefenen van leerstof in combinatie met instructie en feedback in de onderbouw van het voortgezet onderwijs. De nadruk ligt op cognitieve opbrengsten, zoals cijfers voor reken- of taalvaardigheid. In deze publicatie hebben we de inzichten gebundeld uit belangrijke wetenschappelijke onderzoeken uit binnen- en buitenland.





*“Kennelijk wordt ict dikwijls niet optimaal ingezet in het onderwijs. Hoe kan dat?”*

## De kernresultaten in het kort

- De effectiviteit van ict in het onderwijs hangt sterk af van de manier waarop ict ingezet wordt en het didactisch doel waarvoor het bedoeld is.
- Algemene investeringen in ict in het onderwijs, zonder dat scholen een specifiek doel voor ogen hebben, zorgen voor gemengde resultaten.
- Adaptieve ict-programma's blijken effectief voor vaardigheden die gemakkelijk te automatiseren zijn, zoals vermenigvuldigen en spelling.
- Effecten verschillen per domein en het prestatieniveau van leerlingen: er is een relatie tussen de leeftijd, het leerjaar en het prestatieniveau van de leerlingen enerzijds en het domein waarin digitale hulpmiddelen effectief zijn anderzijds.
- Groepsdifferentiatie in de klas met behulp van een digitaal hulpmiddel zoals een interactief bord, waarvoor een leraar getraind is om het te gebruiken, lijkt effectief om leerprestaties te verbeteren.
- Digitale toetsen zijn effectieve hulpmiddelen om kennis te verwerven, zeker met uitgebreide feedback direct na het beantwoorden van een vraag.
- Effecten hangen vaak af van de leraar. Mede omdat hij of zij leerlingen kan stimuleren om met digitale programma's te werken.
- Ook ouderbetrokkenheid blijkt relevant voor de resultaten: ouders kunnen leerlingen aanmoedigen meer te oefenen en dit heeft een effect op de leerprestaties.





## 2

# Internationaal literatuuronderzoek:

Wat weten we over de effecten van computerondersteunde instructie op de leerresultaten?



**Scholen en leraren gebruiken steeds vaker computers in de klas. Het is echter de vraag of dat gebruik ook effecten heeft op de leerresultaten. In dit hoofdstuk staat beschreven wat verschillende internationale studies zeggen over de resultaten van de inzet van digitale hulpmiddelen (*gebaseerd op Haerlans en Ghysels, 2017a*).**

### **Investeren in ict**

Inzet van ict zonder dat scholen een specifiek doel voor ogen hebben, zorgt voor gemengde resultaten. Sommige overzichtsstudies vinden een positief effect van investeringen in ict op leerprestaties (*Machin et al., 2007*), andere juist niet en concluderen dat de middelen vaak niet effectief worden ingezet (*Leuven et al., 2007; Angrist en Lavy, 2002; OECD, 2015*).

Een voorbeeld hiervan is een grootschalige studie naar een 'One Laptop per Child'-programma op het Peruviaanse platteland. Daaruit bleek dat dit programma inderdaad meer leerlingen toegang gaf tot computers en dat de leerlingen de computers meer gebruikten. Maar de onderzoekers vonden geen effecten ervan op motivatie en reken/taaltoetsen. De computers bleken vooral gebruikt te worden voor 'normaal' computergebruik zoals tekstverwerken, browsen, muziek luisteren en spelletjes spelen, en veel minder voor specifieke

educatieve doeleinden (*Christia et al., 2012*). Simpelweg ict in huis hebben of in ict investeren zonder een specifiek doel voor ogen betekent dus niet dat ict goed wordt ingezet in het onderwijs en daarmee bijdraagt aan de prestaties van leerlingen.

### **Instructie ondersteund met de computer**

Meer consequente resultaten zijn te vinden als wordt ingezoomd op specifieke toepassingen van ict, zoals computerondersteunde instructie. Zo blijkt computerondersteunde instructie over het algemeen een klein positief effect te hebben op leerprestaties in vergelijking met traditioneel leren in de klas (*Cheung en Slavin, 2012; Kulik en Kulik, 1991; Means et al., 2010*). Het valt echter niet uit te sluiten dat de resultaten afhangen van kenmerken van leerlingen. Effecten van computerondersteunde leeromgevingen hangen bijvoorbeeld samen met leervoorkeuren (*MacGregor et al., 1998*). En oefen/stampprogramma's blijken voor veel leerlingen te werken, maar voor leerlingen met leerbependingen juist niet (*Tournaki, 2004*).

### **Rekenen en taal**

Een scherper beeld ontstaat bij ict-toepassingen voor specifieke leergebieden zoals rekenen en taal. Met name ict-ondersteuning bij rekenen levert opvallend consistent positieve resultaten op ten opzichte van traditionele lessen. Er is veel onderzoek gedaan waaruit blijkt dat leerlingen die met computers rekenoefeningen doen beter

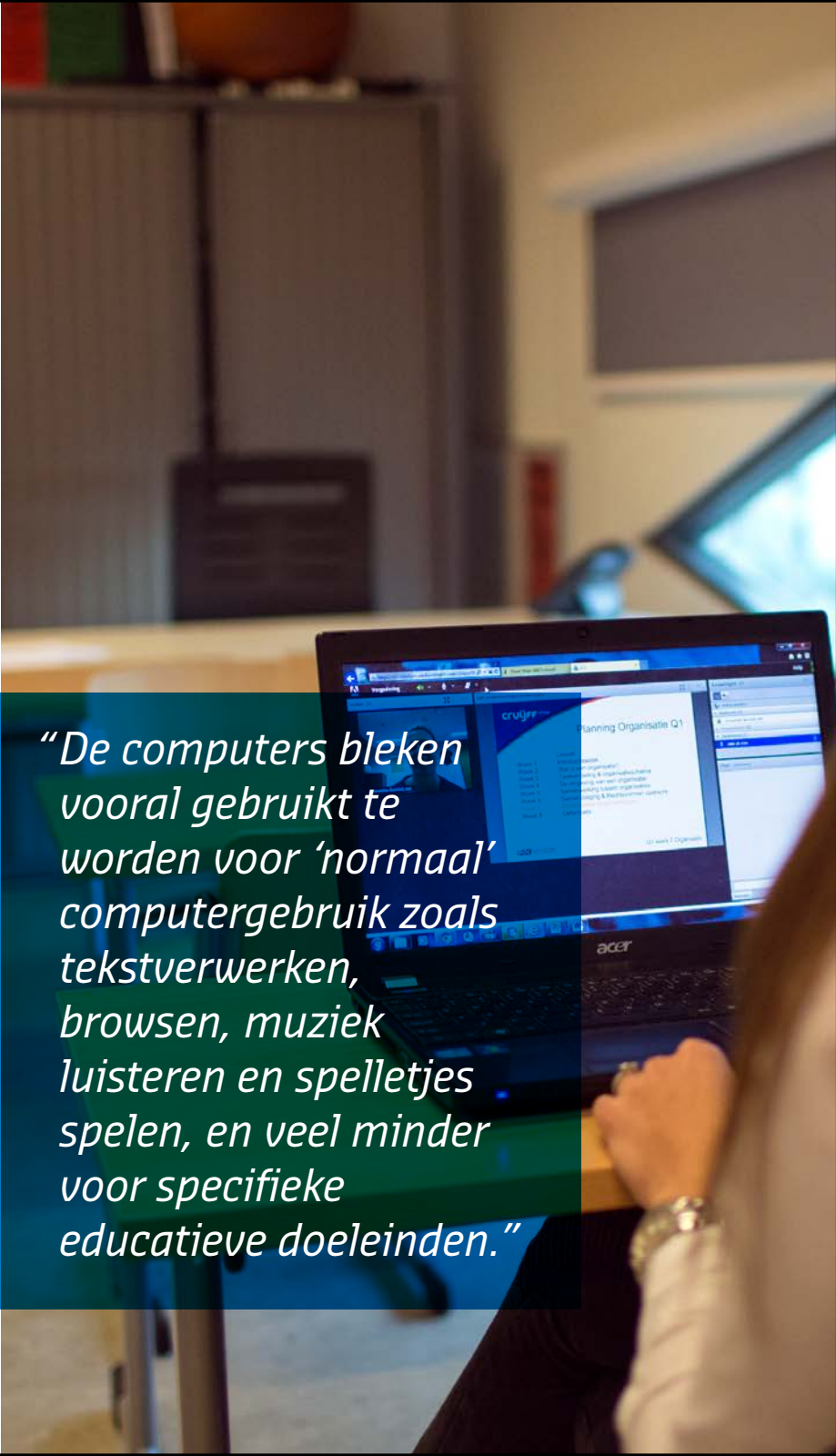




presteren. Zo bleek vier of vijf keer per week rekenen met de computer te zorgen voor betere rekenprestaties en voor een afname van het aantal kinderen met achterstand (*Burns et al., 2012*). Het effect van zo'n ict-toepassing lijkt groter bij vermenigvuldigen en delen en minder groot bij breuken (*Pilli en Aksu, 2013*). Een remediërend computerprogramma leverde goede resultaten in India (*Banerjee et al., 2007*) en leerlingen die een kwartier per dag na de rekenles oefenden, behaalden hogere rekenprestaties (*Arroyo et al., 2010*). In de tweede helft van deze publicatie zijn meer in detail enkele andere, Nederlandse experimenten beschreven waarin ook positieve resultaten worden behaald bij computerondersteuning voor rekenen/wiskunde in vergelijking met traditionele lessen.

Op het gebied van taalvaardigheid zijn de effecten van computerondersteuning veel minder duidelijk. Meestal doen leerlingen die een digitale taaltraining volgen het niet beter dan leerlingen die in plaats daarvan iets heel anders doen (*Borman et al., 2008, Rouse en Krueger, 2004; Given et al., 2008; Potocki et al., 2013*).

Oefenen met online huiswerk leverde wel een klein effect bij spelling, vooral bij lager presterende leerlingen (*Ghysels en Haelermans, 2018*). Het ziet ernaar uit dat de meeste taalstudies vooral kijken naar leesvaardigheid en tekstbegrip. In vergelijking daarmee zijn rekenvaardigheden als optellen en vermenigvuldigen gemakkelijker te automatiseren en daarom beter te ondersteunen met digitale programma's, net als de makkelijker te automatiseren taalvaardigheid spelling.



*“De computers bleken vooral gebruikt te worden voor ‘normaal’ computergebruik zoals tekstverwerken, browsen, muziek luisteren en spelletjes spelen, en veel minder voor specifieke educatieve doeleinden.”*



### 3

## Nederlandse experimenten over de effecten van computerondersteund leren

Dit hoofdstuk beschrijft in totaal acht experimenten naar computerondersteund leren. De eerste drie experimenten gaan over het adaptieve digitale programma Muiswerk, daarna volgt een experiment met een ander adaptief programma: Got it. Bij experimenten 5 en 6 wordt ict ingezet in de klas om groepsdifferentiatie mogelijk te maken. En experimenten 7 en 8 kijken specifiek naar de effectiviteit van tussentijds toetsen en feedback.





## De werking van een adaptief oefenprogramma – Muiswerk



Muiswerk is een adaptief, digitaal programma waarmee leerlingen vaardigheden voor verschillende vakken, zoals rekenen en taal, kunnen oefenen. Adaptief wil zeggen dat het programma de opdrachten aanpast aan het niveau van de individuele leerling. Leerlingen oefenen op hun eigen niveau rekennaarigheden en of taalvaardigheden die ze nog niet onder de knie hebben. Met weer andere oefeningen herhalen ze wat ze al weten.

Een oefening bestaat uit ongeveer twaalf tot twintig vragen. Als de leerling een vraag af heeft, geeft het programma uitleg bij een fout antwoord en een compliment bij een goed antwoord. Leerlingen krijgen dus zo veel mogelijk individuele, inhoudelijke feedback. Aan het einde van een reeks oefeningen evalueert het programma de vorderingen van de leerling en biedt het waar nodig herhaling aan. Daarna begint de leerling aan een volgende reeks.

Elke drie tot vier weken neemt de leraar een (digitale) toets af. Op basis daarvan krijgen de leerlingen weer een nieuwe reeks oefeningen, aangepast aan het niveau dat ze dan hebben.

### Drie experimenten

Wat zijn de resultaten van Muiswerk, wanneer treden ze op en hoe kunnen ze worden verklaard? Het onderzoek naar de effecten van Muiswerk bestond uit drie opeenvolgende gerandomiseerde experimenten gedurende drie jaar.

### Experiment 1: de computer individualiseert de oefeningen

Het eerste experiment vond plaats in een aantal brugklassen van een brede scholengemeenschap met vmbo- en havo/vwo-leerlingen. In totaal namen 336 leerlingen deel.

De klassen werden verdeeld over twee groepen. De experimentele groep oefende thuis rekennaarigheden met Muiswerk. De controle-groep oefende het gehele experiment niet met het programma. In het eerste deel van dit experiment werkte de experimentele groep met een reeks oefeningen die op hen individueel was aangepast. In het tweede deel konden de leerlingen zelf kiezen welke oefeningen ze deden en stemde het programma de oefeningen dus niet meer af op hun persoonlijke niveau.

#### Resultaten

Bij het eerste deel van het experiment gingen de rekennaarigheden van de leerlingen die met Muiswerk werkten vooruit (een middel-groot effect, 0,4 SD) en ze haalden een hogere absolute score bij rekenen. Ook bereikten meer leerlingen een hoger referentieniveau (referentieniveaus schrijven voor wat leerlingen moeten kennen en kunnen op een bepaalde leeftijd of schoolniveau).

Dit effect lijkt in eerste instantie niet verrassend; de leerlingen werkten tenslotte met dit programma meer aan rekenen (ongeveer 15 minuten per week) dan de leerlingen uit de controlegroep. Toch is dit niet de volledige verklaring. Bij het tweede deel van het experiment kozen leerlingen zelf welke oefeningen ze deden. De leerlingen oefenden toen zelfs meer dan in het eerste deel van het experiment, maar dat vertaalde zich niet in betere rekennaarigheden. Dit betekent dat het effect van Muiswerk toe is te schrijven aan de computersturing op individueel niveau en niet aan de extra tijd die leerlingen besteedden aan rekenen op zich.

*(Haelermans en Ghysels, 2017b; Bartelet et al., 2016; Haelermans en Ghysels, 2014; Haelermans et al., 2013).*



Uit experiment 1 blijkt dus dat met een geïndividualiseerd digitaal oefenprogramma de leerresultaten bij rekenen verbeteren. Die verbetering is toe te schrijven aan de individualisatie door het programma en niet aan meer oefenen op zich. Werkt het programma even goed bij taal?



## Experiment 2: effecten van adaptief oefenen bij taal

In dit experiment dat een jaar later plaatsvond, werkten 350 leerlingen uit een aantal brugklassen van dezelfde middelbare school met het adaptieve digitale programma. De leerlingen werden willekeurig verdeeld over een experimentele en controlegroep. Alle leerlingen werkten aan taalvaardigheid: de experimentele groep maakte spellingsoefeningen, de controlegroep maakte opdrachten voor woordenschat. Beide groepen konden oefeningen maken voor tekstbegrip en grammatica.

### Resultaten

Oefenen met spelling had gemiddeld een klein effect (0,16 SD). Zwakkere leerlingen hadden het meeste baat bij oefenen met spelling, gevolgd door leerlingen die gemiddeld presteerden. Voor hoog-presteerders werd er geen effect gevonden.

*(Ghysels en Haelermans, 2018)*

In het laatste experiment is gekeken hoe de effectiviteit van Muiswerk samenhangt met specifieke domeinen in relatie tot kenmerken van leerlingen.



## Experiment 3: relatie tussen niveau en domein en de rol van ouders

Aan dit experiment namen zo'n 3000 leerlingen deel uit de klassen 1, 2 en 3 van drie middelbare scholen voor vmbo, havo en vwo. Ook zij werden willekeurig verdeeld over een experimentele en controlegroep. Allemaal werkten ze met het programma, maar op verschillende domeinen van rekenen en taal.

### Resultaten

Oefenen met het programma had effect op alle vier domeinen van rekenen, maar het effect varieerde voor verschillende leerlingen (dit wordt een differentieel effect genoemd). Leerlingen uit de eerste en tweede klas profiteerden van Muiswerk op de eenvoudigere domeinen - getallen en verhoudingen. Leerlingen uit de derde klas en de beter presterende leerlingen uit de tweede klas hadden meer aan Muiswerk bij de moeilijkere domeinen van rekenen - meetkunde en verbanden.

Voor spelling had Muiswerk alleen effect bij de eerste- en tweedeklassers. En alleen de eersteklassers profiteerden van het programma voor grammatica. Op tekstbegrip en formuleren werden geen effecten gevonden.

In dit experiment werd ook gekeken naar de invloed van ouders, die met een app konden volgen wat de leerlingen met Muiswerk deden. Stimulerende ouders zorgden ervoor dat leerlingen vaker oefenden. Maar dat gebeurde alleen bij leerlingen uit de eerste en tweede klas, wat resulteerde in hogere rekenprestaties, met name bij de tweedeklassers. Bij leerlingen uit de derde klas had bemoeienis van de ouders het tegenovergestelde effect: die leerlingen oefenden juist minder. Het 'oudereffect' was vooral sterk bij jongens en leerlingen met een lager sociaaleconomisch profiel.

*(Haelermans en Ghysels, 2015; Haelermans en Ghysels, 2016a; Haelermans en Ghysels, 2016b; Bartelet et al., 2016)*



## Algemene resultaten

Over het algemeen heeft oefenen met Muiswerk een positief effect. Maar het heeft vooral een effect op rekenen en die domeinen van taal die makkelijk te automatiseren zijn, zoals spelling en grammatica. Er zijn bij taal geen effecten gevonden op luistervaardigheid, tekstbegrip en formuleren.

Werken met Muiswerk heeft verschillende effecten voor zowel diverse groepen leerlingen als voor verschillende domeinen van rekenen en taal en in combinatie met elkaar. Voor welke domeinen Muiswerk effectief is, hangt ook af van het type leerling, zoals experiment 3 laat zien.

## Invloed van de leraar

Leerlingen bleken tijdens de experimenten veel minder te oefenen dan de bedoelde 30 tot 60 minuten per week, namelijk de helft, en vaak zelfs nog minder. Ook verschilde het oefengedrag van leerlingen op de verschillende domeinen van rekenen en taal. Hoeveel leerlingen oefenen wordt sterk beïnvloed door de houding van leraren. Het maakt uit of zij de leerlingen stimuleren om te oefenen en regelmatig testjes afnemen.

De leraar is dus zeer bepalend voor het oefenen van de leerlingen. Toch heeft Muiswerk ook effect zonder een enthousiaste en motiverende leraar. Hoewel de mogelijke voordelen van Muiswerk groter zijn als de leraar betrokken is en de leraar gegevens van Muiswerk gebruikt in de klas, kan oefenen met Muiswerk alleen ook positieve resultaten hebben.



*“Adaptief digitaal leermateriaal waarmee leerlingen vaardigheden voor verschillende vakken kunnen oefenen, heeft een positief effect.”*





## De werking van een adaptief oefenprogramma – Got it

Ook Got it, een online oefenprogramma, biedt een grote hoeveelheid oefeningen voor rekenen met verschillende moeilijkheidsgraden. Het programma is adaptief omdat het de oefeningen aanpast aan de kennis en het niveau van de leerling. De leerling kan daardoor op zijn eigen niveau en in zijn eigen tempo werken. Leerlingen die minder moeite hebben met de theorie en sneller vooruitgaan, kunnen door met moeilijkere oefeningen en hoeven niet op langzamere leerlingen te wachten.

Het programma geeft leerlingen tips om hun werk te organiseren en om de oefeningen op te lossen. Dit zou hun vertrouwen in het leren stimuleren, de meta-cognitieve vaardigheden bevorderen en ervoor zorgen dat ze intensief kunnen oefenen met de rekenopdrachten om vaardigheden te automatiseren. De oefeningen beslaan 11 rekenvaardigheden, waaronder optellen en vermenigvuldigen.

Daarnaast geeft het programma de leraar feedback over de vorderingen van de leerling, zowel op het individuele niveau van de leerling als op klasniveau. Zo kan de leraar op elk moment kijken hoe ver een leerling is en waar nodig extra aandacht geven. Of hij kan de instructie of ondersteuning voor de hele klas aanpassen. Ook kan de leraar binnen het systeem communiceren met een individuele leerling, met een groepje leerlingen of met de hele klas, en zo op verschillende niveaus feedback geven.



### Experiment 4: online oefenen met rekenen

In een quasi-experiment werden middelbare scholen uitgekozen die Got it intensief inzetten in de eerste, tweede en derde klas, in het jaar voor het experiment. Deze scholen werden in de studie de 'ict-scholen' genoemd. De leerlingen werkten op school met Got it, niet thuis. De controlegroep bestond uit vergelijkbare scholen die 'traditioneel' rekenen gaven en daarvoor geen ict gebruikten. Deze werden de 'traditionele scholen' genoemd. Uiteindelijk deden vijf ict-scholen mee en twee traditionele scholen.

Alle leerlingen maakten aan het begin van het experiment een gestandaardiseerde toets van Cito – de voormeting. Voor elke klas was er een verschillende toets, maar de niveaugroepen (vmbo, havo, vwo) waren gemixt. In totaal deden 836 leerlingen mee aan de voormeting. De nameting bestond ook uit een gestandaardiseerde toets van Cito, die 3,5 maand later werd afgenomen bij 400 leerlingen.

#### Resultaten

De leerresultaten van brugklassers van de ict-scholen gingen meer vooruit dan die van de brugklassers op de traditionele scholen. De Citoscores bij de nameting waren hoger dan bij de nulmeting. Het is een relatief groot effect (0,6 SD). Bij de tweede- en derdeklassers is echter geen significant effect gevonden.

Het gebruik van dit programma levert blijkbaar in de eerste klas veel op. In de tweede en derde klas maakt het niet uit of leerlingen met Got it of via de traditionele methode rekenen leren. Een mogelijke reden is dat de brugklassers voor het eerst met Got it werkten en de tweede- en derdeklassers al ervaring hadden met het programma.

*(De Witte et al., 2015)*





## Differentiatie binnen de klas met een smartboard

De eerste vier experimenten gaan allemaal over digitale oefenprogramma's waar leerlingen individueel mee werken. De computer biedt oefening en instructie op individueel niveau. Hieronder beschrijven we een ander type computerondersteuning. Het betreft een experiment met een interactief bord (smartboard) dat leraren inzetten om differentiatie binnen de klas te realiseren. Zonder die technologie, en met klassen van 30 leerlingen per leraar, is deze vorm van differentiatie zeer lastig in te voeren.

### Wat verklaart het smartboardeffect?

Een mogelijke verklaring is dat leraren door het smartboard minder tijd kwijt waren aan lesgeven, zodat ze tijd over hadden om in de niveaugroepjes bepaalde onderwerpen extra uit te leggen. Terwijl de betere leerlingen aan extra opdrachten konden werken, losten de leerlingen die minder goed waren in rekenen de vragen in hun eigen tempo op, met hulp van de leraar.



### Experiment 5: niveaugroepen in de klas

In dit experiment werkten leerlingen uit de eerste klas van een vmbo-school in groepjes van ongeveer hetzelfde niveau aan rekenopdrachten. Leerlingen werkten in de lessen grotendeels zelfstandig. Het smartboard gaf de leerlingen leerstof en oefeningen waarmee ze aan de slag konden of moesten – het aanbod was afhankelijk van het leerniveau van de leerlingen. De leraar zette deze opdrachten van te voren klaar.

Snellere leerlingen kregen meer oefeningen of moeilijkere oefeningen. Leerlingen die eerder klaar waren met de rekenoefeningen in de eigen niveaugroep konden aansluiten bij een andere groep die met een moeilijkere taak bezig was. Langzamere leerlingen kregen minder oefeningen en meer hulp 'aan tafel' van de leraar. Leerlingen kregen geen huiswerk voor de specifieke rekenlessen die ze met het smartboard deden, maar konden thuis wel bij de opdrachten.

De leerlingen kregen eens per week op deze manier les, gedurende een periode van zes weken. De controlegroep kreeg klassikale instructie als normaal, zonder interactief bord en met huiswerk als normaal. Beide groepen werkten uit hetzelfde boek, maar naast leerstof uit het boek kregen de experimentele leerlingen ook extra digitaal instructiemateriaal. Aan het experiment deden alleen leraren mee die een uitgebreide training hadden gehad in smartboardgebruik en hadden geleerd dit te koppelen aan de vakdidactiek rekenen.

### Resultaten

Leerlingen die les hadden met het smartboard verbeterden hun rekenvaardigheid licht ten opzichte van leerlingen uit de controlegroep (0,11 SD).

*(Cabus et al., 2017)*



# Digitale differentiatie bij biologie: wat werkt er?

De laatste drie experimenten vonden allemaal plaats bij het vak biologie. In het eerste experiment is de centrale vraag of groepsdifferentiatie met behulp van ict leidt tot betere kennisverwerving. De differentiatie vindt plaats via digitale tussentoetsen, die leerlingen op hun actuele niveau indelen. In de twee andere experimenten verandert de focus eigenlijk een beetje: niet groepsdifferentiatie, maar de werking van de digitale toetsen staat nu centraal. Wat werkt er nu eigenlijk?

## Het effect van toetsen en feedback

Hoe kan dit kleine effect van differentiatie verklaard worden en zou het effect versterkt kunnen worden? Is het toe te schrijven aan de niveaudifferentiatie of spelen feedback en de wekelijkse toetsen ook een rol? Goede feedback wordt gezien als een belangrijke factor voor onderwijsresultaten. Met name stapsgewijze feedback en uitgebreide feedback helpen veel leerlingen vooruit (*Kennisrotunde, 2016, kader*). Onderwijskundigen denken daarnaast dat toetsen werken als een middel om het kennisniveau te verhogen. Leerlingen komen namelijk meer in aanraking met het materiaal of moeten de stof nog een keer ophalen (*het toetseffect; Roediger & Karpicke, 2006*). Om meer over de verschillende mogelijke mechanismen te weten te komen, zijn er nog twee experimenten gedaan, met de schijnwerper nu gericht op het effect van feedback en toetsen.



## Experiment 6: biologielessen op drie niveaus

In dit experiment kregen vmbo-leerlingen uit de tweede klas uit de experimentele groep biologielessen op hun actuele niveau. Elke week deden ze formatieve toetsen waarin getoetst werd hoe goed ze de stof van vorige week beheersten. Op basis daarvan werd het niveau van de stof voor de week daarop vastgesteld: vmbo basis/kaderniveau, mavoniveau of havoniveau. Deze leerniveaus verschilden wat betreft toegankelijkheid van taalgebruik, het tempo van de oefeningen en het aantal onderwerpen dat behandeld werd. Alle leerlingen kregen dezelfde stof over dezelfde onderwerpen.

Alle leerlingen, ook de controlegroep, kregen twee keer per week 50 minuten biologieles, gedurende 12 weken. Alle leerlingen kregen uitsluitend computerlessen, dat wil zeggen: ze gingen zelfstandig door de stof heen aan de hand van vooraf gegeven digitaal lesmateriaal. Het enige verschil tussen de experimentele en controlegroep was dat de controlegroep gedurende de hele periode oefeningen op het middenniveau (mavoniveau) kreeg.

### Resultaten

De leerlingen die les kregen op een aangepast niveau scoorden iets beter op de kennistoets die aan het einde werd afgenomen dan de leerlingen die alle stof op het middenniveau kregen. Het is een klein maar significant verschil (0,18 SD).

*(Haerlemans et al., 2015a; 2015b)*







## Experiment 7: directe en uitgebreide feedback

Ook in dit experiment kregen alle leerlingen twee maal per week 50 minuten biologie, waarvan één les op de computer. Het experiment duurde acht weken.

Nu is gekeken naar het effect van feedback. De 57 leerlingen uit experiment 6 maakten ook nu elke week digitale toetsen over de lesstof. Als ze een antwoord gaven, kregen ze direct en uitgebreide feedback: was het antwoord goed of fout en waarom dan? Aan het eind van de test kreeg de leerling ook een overzicht van de vragen die hij of zij goed of fout gemaakt had. De leerlingen in de controlegroep kregen geen specifieke feedback bij hun toetsen, ze kregen alleen achteraf de lijst met goede en foute antwoorden.

### Resultaten

Het effect van uitgebreide, persoonlijke feedback bleek groot. Leerlingen die deze vorm van feedback kregen tijdens het maken van de wekelijkse toetsen, haalden significant betere resultaten op de kennistest aan het einde van de periode (0,67 SD). Dit is een groot effect.

*(Ghysels et al., 2014; Haelermans et al., 2015a)*



## Experiment 8: is er een toetseffect?

In dit laatste experiment kregen de 57 leerlingen uit experiment 6 en experiment 7 wederom wekelijks formatieve testen over de lesstof, maar dit keer zonder uitgebreide feedback. Ze kregen alleen het overzicht met goede en foute antwoorden aan het eind van de toets. De leerlingen in de controlegroep werkten in een eigen digitale omgeving aan een onderwerp van die week of aan huiswerkopdrachten en maakten geen tussentoetsen.

### Resultaten

Ook zonder uitgebreide feedback is er een effect van wekelijks toetsen maken. De leerlingen die tussentijds toetsen maakten, behaalden betere resultaten op de kennistoets aan het eind van de lessenserie (0,45 SD, een middelgroot effect). Dit betekent dat tussentijds toetsen, zelfs zonder uitgebreide feedback, al een effect heeft op het leren van feiten over biologie.

*(Ghysels et al., 2014; Haelermans et al., 2015a)*

Uit de experimenten blijkt het effect van groepsdifferentiatie significant maar klein. Digitale toetsen met uitgebreide feedback of zelfs toetsen met minimale feedback leverden veel grotere effecten op.





## 4

# Wat kunnen we opmaken uit de beschreven onderzoeken?

De acht beschreven experimenten laten zien wanneer en waarom digitale oefenprogramma's effectief zijn in het voortgezet onderwijs in Nederland. In dit hoofdstuk worden de resultaten van al deze experimenten bij elkaar gebracht en vergeleken. Wat zijn de overeenkomsten en wat de verschillen met het oog op de effectiviteit en de rol van de leraar?



Alle experimenten vonden plaats op de middelbare school, in klas 1, 2 en 3 en besloegen de vakken rekenen, taal en biologie. De experimenten varieerden in tijd, van zes weken tot vier maanden (zie tabel op pagina 21).

Kleine effecten werden gevonden bij de korte experimenten met groepsdifferentiatie. Grotere effecten werden gevonden bij de adaptieve oefenprogramma's, bij langere experimenten met rekenen en bij de experimenten met feedback en digitaal toetsen.

Deze effecten blijken ook uit de internationale literatuur. De belangrijkste conclusie die zowel uit de experimenten als uit de literatuur naar voren kwam, is dat er positieve effecten van digitale programma's zijn op rekenen, maar niet op taal, behalve bij spelling. Er zijn echter wel verschillen tussen de diverse leeftijdsgroepen en prestatieniveaus van de leerlingen. Ook de positieve effecten bij differentiatie, digitaal toetsen en digitale feedback komen in de literatuur naar voren (*Roediger en Butler, 2011; Roediger en Karpicke, 2006*).

## Individualisatie en groepsdifferentiatie

In alle experimenten in deze publicatie gaat het steeds om digitale hulpmiddelen die oefeningen en soms ook de instructie (helpen) aanpassen aan leerlingen. Dit gebeurt op verschillende manieren en met verschillende effecten.

In de eerste vier experimenten werkten leerlingen individueel met een programma dat hun oefeningen gaf op hun actuele niveau. Dat had een positieve invloed op hun rekentaalvaardigheden. Als leerlingen zelf konden kiezen welke oefeningen ze deden, verdwenen deze

effecten. Computersturing op individueel niveau (adaptiviteit) is dus effectief voor het aanleren van vaardigheden (experiment 1 en 4).

Maar niet voor alle vaardigheden. Het ziet ernaar uit dat adaptiviteit vooral effectief is voor vaardigheden die gemakkelijk te automatiseren zijn, want bij complexere vaardigheden zoals tekstbegrip zijn er geen effecten gevonden van een adaptief oefenprogramma (experiment 3). Daarnaast lijkt het belangrijk dat het leerdomein goed aansluit bij het niveau van de leerling: zo leerden eerste- en tweedeklassers meer op het gebied van getallen en verhoudingen en derdeklassers meer van meetkunde (experiment 3).

In het vijfde experiment werd ict ook ingezet om rekening te houden met verschillen tussen leerlingen, maar op een grofmaziger manier dan de adaptieve oefenprogramma's. Ict was hierbij vooral ondersteunend aan de leraar. Een interactief bord hielp de leraar om de klas in niveaugroepen in te delen (differentiatie). De groepen werkten in de klas meestal zelfstandig aan taken op een zo hoog mogelijk groepsniveau. De leraar had de handen vrij om zwakkere leerlingen te helpen. Deze vorm van computerondersteuning had een klein effect.

Ook in het zesde experiment werden leerlingen in niveaugroepen ingedeeld, maar nu gebeurde dat met meer computersturing en werd het niveau wekelijks aangepast - weer met een klein leereffect.

Tot slot bleek dat leerlingen die regelmatig toetsen maakten, meer biologische feiten onthielden, zeker als ze daarbij direct en uitgebreide feedback kregen (experimenten 7 en 8).





*“Digitale hulpmiddelen die instructies en oefenmateriaal aanpassen aan de individuele leerling zijn veelbelovend.”*

## Stimuleren

Hoewel de invloed van de leraar varieert, spelen leraren een belangrijke rol in de effectiviteit van de digitale programma's omdat zij leerlingen kunnen motiveren ermee aan de slag te gaan. In het experiment met Muiswerk werden effecten gevonden ondanks een negatieve houding van een deel van de leraren. Maar vermoedelijk zouden de effecten sterker zijn geweest als de leraren de leerlingen meer hadden gestimuleerd om te oefenen. We zagen ook dat kinderen in de brugklas en tweede klas waarvan de ouders hen stimuleren om met het programma te werken, betere resultaten behalen aan het eind van de periode.

Bij het smartboardexperiment stonden de leraren wel positief tegenover het gebruik van ict. Ook hadden zij de benodigde kennis omdat ze van tevoren een training hadden gehad. Mogelijk waren daar de effecten kleiner geweest als de leraren minder positief en goed getraind waren.

Ict in het onderwijs kan effectief zijn, zoals dit rapport laat zien. Maar die effectiviteit is vooral afhankelijk van hoe en welke ict wordt geïmplementeerd, hoe het wordt gebruikt en voor welke vaardigheden het wordt ingezet. Daarom is het niet alleen belangrijk ervoor te zorgen dat ict wordt gebruikt, maar ook dat schoolleiders en vooral leraren de noodzaak ervan inzien (*Beeby, 1966*). Ook moeten zij zich competent voelen om het te gebruiken (*Demetriadis et al, 2003; Pelgrum, 2001*), over voldoende middelen beschikken en weten hoe ze ict op een effectieve manier gebruiken (*o.a. Mumtaz, 2000; Keengwe, 2008, Bingimlas, 2009*). Daarbij is het essentieel om ict als middel te beschouwen, niet als doel op zich.





## Overzicht van de experimenten

Exp.	Programma	Looptijd	Controlegroep	Klas	Vak	Effect	Effectgrootte*
1a	Adaptief oefenprogramma Muiswerk	4 maanden	niets	1	rekenen	ja	0,40
1b	Adaptief oefenprogramma Muiswerk	4 maanden	niets	1	taal	nee	-
2	Adaptief oefenprogramma Muiswerk	4 maanden	woordenschat	1	spelling	ja	0,16
3a	Adaptief oefenprogramma Muiswerk	4 maanden	ander domein	1,2,3	rekenen	ja	-
3b	Adaptief oefenprogramma Muiswerk	4 maanden	ander domein	1,2,3	taal	ja, bij spelling en grammatica	-
4	Adaptief oefenprogramma Got it	4 maanden	onderwijs als normaal	1,2,3	rekenen	ja, bij de eerste klas	0,60
5	Groepsdifferentiatie (smartboard)	6 weken	onderwijs als normaal	1	rekenen	ja	0,11
6	Groepsdifferentiatie	12 weken	geen differentiatie	2	biologie	ja	0,18
7	Digitale toetsen zonder feedback	6 weken	toetsen met beperkte feedback	2	biologie	ja	0,45
8	Digitale toetsen met directe en uitgebreid feedback	8 weken	geen toetsen	2	biologie	ja	0,67

- \*  geen effect  
 klein effect  
 middelgroot effect  
 groot effect





## 5 Algemene conclusies

De opdracht van het onderwijs is ervoor te zorgen dat leerlingen zich zo optimaal mogelijk ontwikkelen en de best mogelijke leerresultaten behalen. Het is echter de vraag hoe scholen daarvoor de beste voorwaarden kunnen scheppen en welke rol ict daarin kan spelen.



Algemene investeringen in ict in het onderwijs, zonder dat scholen een specifiek doel voor ogen hebben, zorgen voor gemengde resultaten. De effectiviteit van ict in het onderwijs hangt sterk af van de manier waarop ict ingezet wordt en het didactisch doel waarvoor het bedoeld is:

- Computerondersteunde instructie, waar ict het werk van de leraar aanvult, heeft kleine maar positieve effecten ten opzichte van klassikale lessen.
- Sterkere effecten hebben specifieke digitale leermiddelen op specifieke domeinen zoals met name rekenen.

Ondanks deze positieve resultaten zijn veel scholen maar beperkt in staat deze opbrengsten in de praktijk te realiseren. Dit kan te maken hebben met hindernissen die leraren ervaren om ict in te zetten in hun lessen. Sommige leraren voelen sowieso weinig voor technologische veranderingen. Anderen weten niet goed hoe ze ict effectief in de klas in kunnen zetten, omdat ze te weinig tijd, kennis of training hebben om zich op dit gebied goed te ontwikkelen.

Uit acht experimenten die in Nederland zijn uitgevoerd naar effectiviteit van ict in het voortgezet onderwijs, komt het volgende beeld naar voren:

- Ict-programma's leveren positieve resultaten voor rekenen en voor sommige aspecten van taalvaardigheid. Deze resultaten stroken grotendeels met resultaten uit de internationale wetenschappelijke literatuur: daar werden voor rekenen ook positieve effecten gevonden, maar bij taal niet.
- Individualisatie is effectief: het is de adaptiviteit die zorgt voor de leereffecten, niet de extra oefentijd.

- Ict-programma's blijken effectief voor vaardigheden die gemakkelijk te automatiseren zijn, zoals oefeningen in algemene rekenvaardigheid (optellen, vermenigvuldigen), taalvaardigheid (spelling) en kennis van biologische feiten. Bij het aanleren van dit soort vaardigheden zijn digitale hulpmiddelen die instructies en oefenmateriaal aanpassen aan de individuele leerling veelbelovend.
- Effecten verschillen per domein: er is een complexe relatie tussen de leeftijd of het leerjaar van de leerling en het domein waarin digitale hulpmiddelen gebruikt worden. Over het algemeen geldt dat eersteklassers en tweedeklassers vooral baat hebben bij digitale hulpmiddelen voor de eenvoudigere rekendomeinen, spelling en grammatica. Leerlingen uit de derde klas en de beter presterende leerlingen uit de tweede klas profiteren eerder bij de moeilijkere domeinen van rekenen - meten en verbanden.
- Effecten hangen af van het prestatieniveau van leerlingen. De algemene rekenvaardigheden van zowel laag- als middelpresteerders nemen significant toe als ze oefenen met een online hulpmiddel, alhoewel dit algemene effect veel sterker is bij laagpresteerders. Voor hoogpresteerders zijn de resultaten minder duidelijk, maar wel te zien bij juist de complexere rekendomeinen. Middelpresteerders hebben vooral baat bij oefenen met de specifieke rekendomeinen breuken en meten.
- Differentiatie in de klas met behulp van een digibord lijkt effectief: leraren in het vmbo die de klas indelen in niveaugroepen en de instructie en oefening voor leerlingen daarop afstemmen, behalen betere resultaten met hun leerlingen dan leraren die dit niet doen. Deze vorm van differentiatie was mogelijk dankzij inzet van een interactief bord en een goede training van leraren van te voren.
- Digitale toetsen zijn effectieve hulpmiddelen om kennis te





verwerven. Het effect van toetsen als leerhulpmiddel vinden we vaker in de literatuur. Een veel voorkomende verklaring hiervoor is dat de leerling de leerstof vaker ziet of kennis bij de toets ophaalt (toetseffect). Simpele digitale toetsen, zelfs zonder uitgebreide feedback, kunnen zorgen voor positieve resultaten.

- Digitale feedback is ook effectief. Los van het bovenstaande effect van toetsen, blijkt dat leerlingen nog betere resultaten behalen als direct na het beantwoorden van een vraag feedback volgt over het juiste antwoord, met een uitleg. De resultaten zijn significant groter dan die van leerlingen die nauwelijks feedback krijgen. Het effect geldt voor leerlingen van alle leerniveaus.
- Effecten hangen vaak af van de leraar. Leraren spelen een

belangrijke rol in de effectiviteit van de digitale programma's omdat zij leerlingen kunnen motiveren ermee aan de slag te gaan. Verder hangt de mate van effectiviteit van ict in veel gevallen samen met de manier waarop een leraar de innovatie implementeert en van zijn of haar kennis over hoe ict gebruikt kan worden.

- Ouderbetrokkenheid blijkt een significant positief effect te hebben op het oefengedrag van leerlingen in de eerste en tweede klas. Dit heeft op zijn beurt effect op de rekenprestaties van leerlingen, voornamelijk in de tweede klas. Het effect is vooral groot bij leerlingen met een lagere sociaaleconomische status.







# Referenties

- Angrist, J. D., & Lavy, V. (2002). New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning. *Economic Journal*, 112, 735–765.
- Arroyo, I., Park Woolf, B., Royer, J. M., Tai, M., & English, S. (2010). Improving Math Learning through Intelligent Tutoring and Basic Skills Training. In V. Aleven, J. Kay, & J. Mostow (Eds.), *ITS 2010, Part i, LNCS 6094 (pp. 423–432)*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Banerjee, A. V., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2007). Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India. *Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235–1264.
- Bartelet, D., Ghysels, J., Groot, W., Haelermans, C., & Maassen van den Brink, H. (2016). The Differential Effect of Basic Mathematics Skills Homework via a Web-based Intelligent Tutoring System across Achievement Subgroups and Mathematics Domains: A Randomized Field Experiment. *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 1–20.
- Beeby, C. E. (1966). *The Quality of Education in Developing Countries*. Harvard University Press.
- Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the Successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments: A Review of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3), 235–245.
- Borman, G. D., Benson, J. G., & Overman, L. (2008). A Randomized Field Trial of the Fast ForWord Language Computer-based Training Program. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(1), 82–106.
- Burns, M. K., Kanive, R., & DeGrande, M. (2012). Effect of a Computer-delivered Math Fact Intervention as a Supplemental Intervention for Math in Third and Fourth Grades. *Remedial and Special Education*, 33(3), 184–191.
- Cabus, S. J., Haelermans, C., & Franken, S. (2017). SMART in Mathematics? – Exploring the Effectiveness of Teaching Low Math Proficiency Students with an Interactive Whiteboard. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 145–161.
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2012). How Features of Educational Technology Applications Affect Student Reading Outcomes: A Meta-analysis. *Educational Research Review*, 7(3), 198–215.
- Christia, J. P., Czerwonko, A., & Garofalo, P. (2014). Does Technology in Schools Affect Repetition, Dropout and Enrolment? *Journal of Applied Economics*, 17(1), 89–112.
- De Witte, K., Haelermans, C. & Rogge, N. (2015). The effectiveness of a computer-assisted math learning program. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(4), 314–329.
- Demetriadis, S., Barbas, A., Molohides, A., Palaigeorgiou, G., Psillos, D., Vlahavas, I., Tsoukalas, I., & Pombortsis, A. (2003). “Cultures in Negotiation”: Teachers’ Acceptance/Resistance Attitudes Considering the Infusion of Technology into Schools. *Computers and Education*, 41(1), 19–37.
- Ghysels, J., Haelermans, C., & Prince, F. (2014). *The Economics of Information in Human Capital Formation – Evidence from Two Randomized Experiments with Low Stakes Tests in Secondary Education*. TIER Working Paper Series. WP 14/27.
- Ghysels J., & Haelermans, C. (2018). New evidence on the effect of computerized individualized practice and instruction on language skills. *Journal of Computer Assisted Learning*. Publicatie online: <https://doi.org/10.1111/jcal.12248>.
- Given, B. K., Wasserman, J. D., Chari, S. A., Beattie, K., & Eden, G. F. (2008). A Randomized, Controlled Study of Computer-based Intervention in Middle School Struggling Readers. *Brain and Language*, 106, 83–97.
- Haelermans, C. & Ghysels, J. (2014). Rekenvaardigheden verbeteren met adaptief ICT-programma. *4W (Weten Wat Werkt en Waarom)*, Kennisnet. Jaargang 3, uitgave 4 – december 2014: 14-21.
- Haelermans, C. & Ghysels, J. (2015). Het effect van digitaal oefenen en ouderbetrokkenheid op taal- en rekenprestaties van leerlingen in het voortgezet onderwijs. TIER Research Report. Maastricht University, september 2015.
- Haelermans, C. & Ghysels, J. (2016a). The Effect of Parental Involvement on the Use of a Digital Homework Tool and on Math and Literacy Performance for Secondary Students – A Randomized Field Experiment. TIER working paper, WP 16/01.





Haelermans, C. & J. Ghysels (2016b). Het effect van ouderbetrokkenheid via een app. *Economisch Statistische Berichten*, 101(4744): 776-778.

Haelermans, C. & Ghysels, J. (2017a). Evaluating didactical interventions in primary and secondary education. In Johnes et al. (Eds.). *Handbook of Contemporary Education Economics*. G. Johnes, J. Johnes, T. Agasisti and L. López-Torres, Edward Elgar Publishing, pp. 141-161.

Haelermans, C., & Ghysels, J. (2017b). The Effect of Individualized Digital Practice on Math Skills at Home – Evidence from a Randomized Experiment on Whether and Why it Works. *Computers and Education*, 113(1), 119-134.

Haelermans, C., Ghysels, J., & Prince, F. (2015a). A Dataset of Three Educational Technology Experiments on Differentiation, Formative Testing and Feedback. *British Journal of Educational Technology*, 46(5), 1102-1108.

Haelermans, C., Ghysels, J., & Prince, F. (2015b). Increasing Performance by Differentiated Teaching? Experimental Evidence of the Student Benefits of Digital Differentiation. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1161-1174.

Haelermans, C., Ghysels, J., Stals, D. & Weeda, F. (2013). Het effect van online digitaal oefenen op rekenprestaties van brugklasleerlingen. *Economisch Statistische Berichten*, 98(4671): 650-653.

Kennisrotonde (2016). *Wat zijn de leeropbrengsten van tabletgebruik in de basisschool?* KR.016. Den Haag: Kennisrotonde.

Keengwe, J., Onchwari, G., & Wachira, P. (2008). Computer Technology Integration and Student Learning: Barriers and Promise. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 560-565.

Kulik, C. L. C., & Kulik, J. A. (1991). Effectiveness of Computer-based Instruction: An Updated Analysis. *Computers in Human Behavior*, 7, 75-94.

Leuven, E., Lindahl, M., Oosterbeek, H., & Webbink, D. (2007). The Effect of Extra Funding for Disadvantaged Pupils on Achievement. *The Review of Economic and Statistics*, 89(4), 721-736.

MacGregor, S. K., Shapiro, J. Z., & Niemiec, R. (1998). Effects of a Computer-augmented Learning Environment on Math Achievement for Students with Differing Cognitive Style. *Journal of Educational Computing Research*, 4(4), 453-465.

Machin, S., McNally, S., & Silva, O. (2007). New Technologies in Schools: Is there a Payoff? *The Economic Journal*, 117, 1145-1167.

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *Evaluation of Evidence-based Practices in Online Learning: A Meta-analysis and Review of Online Learning Studies*. Washington D.C.: Center for Technology in Learning.

Mumtaz, S. (2000). Factors Affecting Teachers' Use of Information and Communications Technology: A Review of the Literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 319-342.

OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*.

Pelgrum, W. J. (2001). Obstacles to the Integration of ICT in Education: Results from a Worldwide Educational Assessment. *Computers and Education*, 37(1), 161-178.

Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The Effects of Computer-assisted Instruction on the Achievement, Attitudes and Retention of Fourth Grade Mathematics Students in North Cyprus. *Computers and Education*, 61, 62-71.

Potocki, A., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Effects of Computer-assisted Comprehension Training in Less Skilled Comprehenders in Second Grade: A One-year follow-up study. *Computers and Education*, 61, 131-140.

Roediger, H., & Butler, A. C. (2011). The Critical Role of Retrieval Practice in Long-term Retention. *Trends in Cognitive Science*, 15(1), 20-27.

Roediger, H., & Karpicke, J. D. (2006). The Power of Testing Memory - Basic Research and Implications for Educational Practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181-210.

Rouse, C. E., & Krueger, A. B. (2004). Putting Computerized Instruction to the Test: A Randomized Evaluation of a 'Scientifically-Based' Reading Program. *Economics of Education Review*, 23(4), 323-338.

Tournaki, N. (2004). The Differential Effects of Teaching Addition rough Strategy Instruction Versus Drill and Practice to Students with and without Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36(5), 449-458.





## Digitale hulpmiddelen in het onderwijs

Deze publicatie is uitgebracht ter gelegenheid van de Onderzoeksconferentie 2018

### Datum van uitgave

mei 2018

### Auteur

Carla Haelermans

### Redactie en vertaling

Simone Barneveld

Melissa van Amerongen

### Fotografie

Reyer Boxem, Rodney Kersten,  
Anne Carolien Kohler, Etienne Oldeman,  
Dirk-Jan Visser.

### Vormgeving

HOW communicatie | creatie

### Samenvatting en vertaling van:

Haelermans, C. (2017). Digital Tools in Education.  
On Usage, Effects and the Role of the Teacher.  
Stockholm: SNS Förlag.

### Sommige rechten voorbehouden

Hoewel aan de totstandkoming van deze uitgave de uiterste zorg is besteed, aanvaarden de auteur(s), redacteur(s) en uitgever van Kennisnet geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

### Over Kennisnet

Elke leerling verdient eigentijds, veilig en persoonlijk onderwijs. Daarom ondersteunt Kennisnet scholen met ict. We zorgen voor een landelijke ict-basisinfrastructuur, adviseren de sectorraden en delen onze kennis met het primair onderwijs (po), het voortgezet onderwijs (vo) en het middelbaar beroepsonderwijs (mbo). Kennisnet wordt gefinancierd door het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW).

### Over NRO

Het NRO coördineert en financiert de uitvoering van onderzoek voor het onderwijs.

[kennisnet.nl](http://kennisnet.nl)  
[nro.nl](http://nro.nl)



Stichting Kennisnet

Paletsingel 32  
2718 NT Zoetermeer

T 0800 321 22 33

E [support@kennisnet.nl](mailto:support@kennisnet.nl)

I [kennisnet.nl](http://kennisnet.nl)

Postbus 778

2700 AT Zoetermeer