

# Het effect van online oefenen op rekenprestaties

Een gerandomiseerd experiment laat zien dat actief oefenen met het digitale online-oefenprogramma Muiswerk voor rekenen en wiskunde een positief en significant effect heeft op rekenprestaties van brugklasleerlingen. Daarnaast zijn er verschillende effecten voor groepen leerlingen van verschillende rekenniveaus.

**CARLA  
HAELERMANS**

Universitair docent  
bij TIER en de Univer-  
siteit van Maastricht

**JORIS GHYSELS**

Universitair docent  
bij TIER en de Univer-  
siteit van Maastricht

**DORIEN STALS**

Directie-adviseur bij  
het Dendron College

**FREEK WEEDA**

Eigenaar en consul-  
tant bij Delta Plus

**H**et taal- en rekenbeleid van scholen in het voortgezet onderwijs staat de laatste jaren in toenemende mate in de belangstelling. Vanwege de invoering van de verplichte centrale rekentoets bij het eindexamen vanaf 2013/2014 en het nieuwe centraal examen Nederlands vanaf 2014/2015 zoeken scholen naar manieren om het taal- en rekenniveau van hun leerlingen te verhogen tot ten minste het vereiste referentieniveau (Commissie Meijerink, 2008). Er zijn zowel bij de overheid als bij de scholen zelf zorgen geuit over het huidige niveau van taal en rekenen van de leerlingen in het voortgezet onderwijs. Derhalve hebben veel scholen ingezet op een specifiek taal- en rekenbeleid, om het niveau van de leerlingen op peil te brengen.

Een van de methoden waarmee scholen actief aan de slag gaan om het taal- en rekenniveau te verhogen is het programma Muiswerk, dat ook het onderzochte Dendron College in Horst toepast. Muiswerk is een digitaal, interactief, cognitief tutorprogramma waarin eenvoudig geïndividualiseerd kan worden (ook wel differentiatie genoemd), omdat iedere leerling thuis kan oefenen met die onderdelen die hij nog niet (voldoende) beheerst. Hiertoe worden een startmeting en regelmatige toetsjes gemaakt die het oefenmateriaal bepalen.

De uitgebreide uitleg en onmiddellijke feedback zijn de didactische kenmerken van het programma. Omdat er nog weinig bekend is over het effect op het rekenniveau van leerlingen als ze oefenen met een elektronisch platform als Muiswerk, wordt dit in dit onderzoek geanalyseerd. Vervolgens wordt onderzocht welke leerlingen in het bijzonder gebaat zijn bij oefenen met Muiswerk. Muiswerk biedt ook taaloefeningen aan, maar deze komen in dit artikel niet aan de orde.

Er is eerder onderzoek gedaan naar het individualiseren in het onderwijs en het leveren van maatwerk aan leerlingen, het gebruik van *skill drill*-oefeningen (oefeningen om vaardigheden erin te stampen), en ten slotte het gebruik van ICT om dit te bereiken. Eerder onderzoek naar individualiseren en maatwerk in het onderwijs laat zien dat het werken in traditionele klassen, waarbij alle leerlingen op hetzelfde niveau werken, de verschillende leerstijlen en interesses van de individuen volledig negeert (Fischer en Rose, 2001; Forsten *et al.*, 2002; Tomlinson en Kalbfleisch, 1998). Rekening houden met verschillen in niveau, interesses en leerstijlen tussen leerlingen lijkt tot verhoogde motivatie te leiden (Tomlinson, 2004), en het negeren van deze verschillen lijkt tot verlaagde prestaties te leiden (Tomlinson en Kalbfleisch, 1998). Diverse studies laten ook zien dat individualisatie leidt tot hogere leerlingprestaties (Barta en Allen, 1995; Kulik en Kulik, 1982; Lou *et al.*, 1996; Reezigt *et al.*, 2001; Vernooij, 2009). Bosker (2005) geeft aan dat leerlingen het meest gebaat zijn bij een volledig geïndividualiseerde route, hoewel hij ook de voordelen van het sociale aspect van het klaslokaal erkent.

Literatuur over een *skill drill*-methode als Muiswerk sluit erg aan bij literatuur over het gebruik van ICT in het onderwijs, aangezien *skill drill*-methoden vaak digitaal zijn. Studies naar het effect van digitale oefenmethoden laten zien dat interactieve online-methoden vaak een positief effect hebben op rekenprestaties. Arroyo *et al.* (2010) laten bijvoorbeeld zien dat een digitaal interactief tutoringsysteem tot hogere leerlingprestaties leidt in de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Ook Burns *et al.* (2012) tonen aan dat een digitaal

rekenprogramma tot een hogere leerwinst leidt voor de deelnemende leerlingen. Daarnaast concluderen zij dat minder leerlingen een leerachterstand oplopen na gebruik van het digitale programma. Borman *et al.* (2008), voerden een gerandomiseerd experiment uit om het effect van een online computertraining op taalvaardigheden te achterhalen. Zij vonden geen significant effect. Eerder onderzoek naar taal oefeningen in Muiswerk liet ook geen effect zien (Meijer *et al.*, 2008). Hier kan echter de onderzoeksopzet debet aan te zijn, omdat de randomisatie een probleem was.

Onderzoeken naar niet-digitale skill drill-oefeningen laten een gemengd beeld zien. Uit de literatuur blijkt in ieder geval dat het niet uitmaakt of er een digitaal of niet-digitaal skill drill-programma gebruikt wordt; wat werkt heeft meer te maken met de leerstijl van de leerling en leerstrategieën die gehanteerd worden (Becker, 1990; MacGregor *et al.*, 1988). Uit een ander onderzoek blijkt dat leerlingen het beter doen als ze strategieën aangeleerd krijgen dan als ze drill-oefeningen voorgeschoteld krijgen (Tournaki, 2004).

Er kan een bijdrage worden geleverd aan de literatuur door onderzoek waarin effecten goed gemeten kunnen worden vanwege de gerandomiseerde onderzoeksopzet, waarin die effecten kunnen worden onderscheiden voor verschillende leerlinggroepen, en waarin de invloed van de docent direct meegenomen kan worden.

#### HET EXPERIMENT

In september 2012 is een wetenschappelijk gerandomiseerd experiment gestart bij de brugklasleerlingen van het Dendron College in Horst. Van de dertien vmbo-tk-, havo- en havo/vwo-brugklassen zijn vier brugklassen (twee vmbo-tk-klassen en twee havo/vwo-klassen; in totaal 119 leerlingen) via loting tot controleklassen benoemd, en zijn de overige negen klassen (218 leerlingen) aan de experimentgroep toegewezen. De lotingsprocedure zorgde ervoor dat er twee vergelijkbare groepen ontstonden. De kinderen en hun ouders waren op de hoogte van het experiment. Er waren geen bezwaren tegen het onderzoek omdat de school in het tweede deel van het schooljaar een extra lesuur voorzag voor de controleklassen, om te voorkomen dat deze leerlingen benadeeld zouden worden doordat ze geen toegang hadden tot Muiswerk. In september is een voormeting afgenomen en op basis hiervan is door Muiswerk voor iedere leerling online een persoonlijke selectie van oefeningen klaargezet. De experimentklassen hebben vervolgens toegang gekregen tot de online oefengeving van Muiswerk. Bijna iedere week maakten de leerlingen op school een korte tussentoets in de onlineomgeving van Muiswerk, waarvan de uitslag mede bepaalde welke oefeningen er online beschikbaar waren voor deze leerlingen om thuis te kunnen oefenen. De wiskundeleraars waren verantwoordelijk voor het wekelijks controleren van het oefengedrag van de leerlingen en om leerlingen erop aan te spreken als ze niet oefenden, maar niet alle docenten deden dit even consequent. Daarnaast kreeg de experimentele groep iedere week de normale wiskundelessen en het hierbij behorende uur rekenvaardigheden. De controleklassen kregen alleen hun wiskundelessen en het uur rekenvaardigheid; ze hadden verder geen toegang tot Muiswerk en maakten geen tussentoeetsjes. Eind november is de nameting afgenomen. Dit was dezelfde toets als de leerlingen in september gemaakt hadden.

Dit heeft als voordeel dat voortgang op rekenen heel goed gemeten kan worden. Een nadeel hiervan is dat er herkenning bij vragen op kan treden. Dit geldt echter voor zowel de experimentgroep als de controlegroep.

De vier controlegroepen zijn op observeerbare kenmerken vergeleken met de negen experimentklassen met behulp van T-testen, om te kijken of de groepen wel eerlijk vergelijkbaar zijn. Deze testen laten geen significante verschillen zien tussen deze twee groepen. Ook op de scores bij de voormeting zijn geen significante verschillen waar te nemen. Samen met de willekeurige verdeling over experiment- en controlegroep impliceren de uitkomsten van deze testen dat er voldoende vertrouwen is om enig verschil in testscore bij de Muiswerk-

## Wiskundeleraars waren verantwoordelijk voor het wekelijks controleren van het oefengedrag van de leerlingen, maar niet alle docenten deden dit even consequent

testen toe te schrijven aan het oefenen met Muiswerk.

Het effect van het experiment wordt onderzocht met een T-toets en meervoudige multilevel-regressies, waarbij de uitkomst op leerlingniveau gemeten wordt, maar waarbij expliciet rekening gehouden wordt met het niveau waarop gerandomiseerd is (klasniveau), met behulp van een randomeffect-regressie. Ook de invloed van leerlingkenmerken, docentkenmerken (omdat we docenten niet willekeurig hebben kunnen verdelen over klassen, is het belangrijk om dit mee te nemen in het analyseren van het effect van Muiswerk) en het oefengedrag van de leerling wordt in dezelfde regressie geanalyseerd.

### Eenvoudige analyse effect Muiswerk

TABEL 1

Variabele	Controlegroep (n=119) Gemiddelde	Experimentgroep (n=218) Gemiddelde	Verschillen T-statistiek
Absolute scoregroei	3,647	7,138	2,67**
Procentuele scoregroei	0,091	0,166	2,53*
Absolute scoregroei per seconde	0,017	0,022	2,10*
Procentuele scoregroei per seconde	0,334	0,493	2,94**

\* / \*\* Significat op respectievelijk vijf- en éénprocentniveau

De auteur heeft verklaard dit artikel alleen te publiceren in ESB en niet elders te publiceren in wat voor medium dan ook. Het is wel toegestaan om het artikel voor eigen gebruik en voor publicatie op een intranet van de werkgever van de auteur aan te wenden.

RESULTATEN

Tabel 1 laat de resultaten zien van een eenvoudige analyse met T-toetsen van het effect van het gebruik van de Muiswerk onlineomgeving op diverse uitkomstmaten voor rekenen en wiskunde. Alle uitkomstmaten zijn gebaseerd op het verschil tussen de score van de eindtoets van november en die van de voormeting in september, waarbij een positief getal een verbetering aanduidt. In alle gevallen heeft oefenen met

In alle gevallen heeft oefenen met Muiswerk voor rekenen en wiskunde een positief en significant effect op prestaties van brugklasleerlingen

Muiswerk voor rekenen en wiskunde een positief en significant effect op prestaties van brugklasleerlingen, ongeacht hoeveel er geoefend wordt (merk op dat in tabel 1 alleen de vergelijking wordt gemaakt tussen wel Muiswerk en geen Muiswerk; er wordt niet gekeken naar hoeveel er geoefend wordt). Het is echter mogelijk dat deze groei vooral gedragen wordt door leerlingen die veel oefenen met Muiswerk.

Daarom nemen we in de regressieanalyse ook mee hoeveel minuten een leerling geoefend heeft. Daarnaast zijn leerlingen ingedeeld in vijf kwintielen, afhankelijk van hoe hoog ze gescoord hebben op de toets in september. Voor ieder kwintiel kijken we vervolgens *hoeveel* de leerlingen geoefend hebben, en hoeveel hoger ze zouden scoren als ze meer minuten per week zouden oefenen.

De scoregroei per seconde is een gecombineerde maat van snelheid en nauwkeurigheid, twee cruciale elementen van rekennaardigheid. Om deze reden verkiezen we deze meer informatieve uitkomstmaat boven enkel het verschil in score en presenteren we de regressieanalyse alleen voor deze uitkomstmaat. De procentuele scoregroei per seconde is de scoregroei per seconde voor de leerling, ten opzichte van de score die hij in september heeft gehaald. Tabel 2 geeft een eenvoudige weergave van de regressieanalyse van het effect van het experiment en van het gemiddeld aantal minuten oefenen per week in rekenen en wiskunde op de procentuele scoregroei per seconde in rekenen en wiskunde tussen september en november, waarbij expliciet gecontroleerd wordt voor de klas. De uitgebreide regressieresultaten van alle uitkomstmaten zijn op te vragen bij de auteurs. Model 1 in tabel 2 bevat het eenvoudigste model, en in model 2 worden de vijf subgroepen van leerlingen (ingedeeld naar prestatie bij de voormeting) en hun oefengedrag meegenomen. Dit wordt gedaan door voor elk scorekwintiel een dummyvariabele op te nemen, en die vervolgens te vermenigvuldigen met het aantal minuten dat de leerling gemiddeld geoefend heeft met Muiswerk. Een hoger scorekwintiel staat voor een betere score in de voormeting van september. Model 3 is het meest uitgebreide regressiemodel, waarin alle covariaten (score tekstbegrip, leerlingkenmerken, en docentkenmerken) zijn meegenomen. Alle standaardfouten zijn geclusterd op klasniveau.

Tabel 2 laat om te beginnen zien dat de experimentdummy significant is in elke modelspecificatie, wat betekent dat het experiment de rekennaardigheid bevordert, zelfs als we een scala aan covariaten, zoals leerlingniveau en oefengedrag, aan de analyse toevoegen. De coëfficiënt van 0,15 in model 1 betekent dat leerlingen in de experimentgroep tussen september en november gemiddeld vijftien procent meer groeiden in score per seconde dan leerlingen in de controlegroep, ongeacht de hoeveelheid van oefenen. Als we het niveau en oefengedrag van de leerling expliciet mee gaan nemen in model 2, zien we dat de coëfficiënt van de experimentdummy ongeveer gelijk blijft, zowel in omvang als in significantie. In model 3 voegen we nog leerlingkenmerken en docentkenmerken toe, en dan daalt de coëfficiënt licht, maar blijft significant. Dus ondanks de verschillen in docenten, in leerlingniveau en in oefengedrag van de leerling blijft het effect van toegang tot Muiswerk overeind in model 3.

Wat betreft het oefenen zien we dat de leerlingen in het laagste kwintiel significant baat hebben bij het maken van extra oefenminuten in Muiswerk. Dit is een positieve uitkomst, aangezien dit juist de leerlingen zijn die moeite hebben met het behalen van het referentieniveau. De coëfficiënt van 0,03 betekent dat de score per seconde van een zwakke leerling die een half uur met Muiswerk oefent twintig procentpunten meer groeit dan die van de gemiddelde zwakke leerling die maar tien minuten per week oefent. Ook hier wijst het experiment dus niet alleen op een statistisch significant (be-

Uitgebreide analyse effect Muiswerk

TABEL 2

Procentuele scoregroei per seconde	Model 1		Model 2		Model 3	
	Coëf.	T-stat	Coëf.	T-stat	Coëf.	T-stat
Experimentdeelname	0,15	2,21**	0,16	2,05**	0,12	1,96*
Minuten geoefend per week (kwintiel 1)			0,03	5,09**	0,03	4,05**
Minuten geoefend per week (kwintiel 2)			0,00	0,49	0,01	0,77
Minuten geoefend per week (kwintiel 3)			0,00	-0,22	0,00	-0,11
Minuten geoefend per week (kwintiel 4)			-0,02	-5,42**	-0,01	-1,61
Minuten geoefend per week (kwintiel 5)			-0,03	-8,52**	-0,03	-4,30**
Covariaten						Score tekstbegrip, leerling kenmerken, docent kenmerken

\* /\*\* Significant op respectievelijk vijf- en éénprocentniveau

trouwbaar gemeten) effect, maar ook op een betekenisvolle verbetering van het leerproces. Tegen de verwachting in constateren we echter ook een significant negatieve coëfficiënt voor oefenminuten van leerlingen in het hoogste kwintiel. Hier zijn een aantal potentiële verklaringen voor. Ten eerste is het goed mogelijk dat hier een plafondeffect optreedt. De leerlingen in het vijfde kwintiel hadden al een dusdanig hoge score in september dat ze bijna niet meer kunnen groeien. Gelijk blijven in score of een minimale daling is dan heel goed mogelijk, zonder dat er echt iets aan de hand is. Een andere mogelijke verklaring is dat de intelligente leerlingen uit het vijfde kwintiel ongemotiveerd waren in november, omdat ze voor de tweede maal dezelfde test voorgeschoteld kregen. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze leerlingen hierdoor met weinig concentratie en motivatie de nameting gemaakt hebben.

Een kosten-batenanalyse laat zien dat toegang tot Muiswerk rekenmodules voor alle brugklasleerlingen (in totaal 425) ongeveer 8.500 euro per jaar kost. Het alternatief is om een docent een extra les per week te laten verzorgen voor alle leerlingen. Deze optie kost ongeveer 40.000 euro per jaar. Ook zou Muiswerk er uiteindelijk voor kunnen zorgen dat leerlingen de pas ingevoerde rekentoets op hun centraal examen in één keer halen, waardoor de zittenblijverskosten voor de overheid van ongeveer 7000 euro per leerling per jaar (Teule, 2012) eventueel vermeden zouden kunnen worden voor een deel van de leerlingen.

## CONCLUSIE

Thuis oefenen met Muiswerk blijkt een significant en positief effect te hebben op de toetscore voor rekenen en wiskunde. Oefenen met Muiswerk, ongeacht hoeveel, heeft een positief effect op de groei van score voor rekenen en wiskunde. Als we de kinderen verdelen over groepen naar hun testscore bij de beginmeting en vervolgens kijken naar het aantal minuten dat ze geoefend hebben per week, dan zien we dat kinderen die laag scoren op de beginmeting significant baat hebben bij meer minuten oefenen per week. De slechtst scorende leerlingen hebben dus het meeste baat bij oefenen. Omdat uiteindelijk het doel is om alle kinderen over de drempel van het vooraf vastgestelde referentieniveau te krijgen, is het natuurlijk het meest belangrijke dat de slechtst scorende kinderen, die in de meeste gevallen nog niet op het referentieniveau zitten, hun taal- en rekenprestaties kunnen verbeteren. Dit onderzoek toont aan dat dit mogelijk is door extra te oefenen met Muiswerk.

Voor scholen die elektronische oefenprogramma's zoals Muiswerk gebruiken, dan wel willen gaan gebruiken, om het taal- en rekenniveau van hun leerlingen te verbeteren, geven de resultaten van dit onderzoek een positief signaal. Voor rekenen en wiskunde werkt het om met Muiswerk te oefenen. Muiswerk als remediërend middel om de prestaties van leerlingen met een lage score te verbeteren is dus zeker aan te raden. Ten slotte is het van belang dat Muiswerk werkt, ondanks de houding van de docent. Desondanks beïnvloeden docenten wel het oefengedrag van leerlingen, en hiermee indirect de hoogte van het effect. Het is daarom belangrijk om draagkracht te creëren onder de docenten die verantwoordelijkheid dragen voor het oefengedrag van de leerling, om de inzet van een online oefenprogramma als Muiswerk tot een succes te maken.

## LITERATUUR

- Arroyo, I., B. Park Woolf, J.M. Royer, M. Tai en S. English (2010) Improving math learning through intelligent tutoring and basic skills training. In: Alevan, V., J. Kay en J. Mostow (red.) *ITS 2010, Part I, LNCS 6094*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 423–432.
- Barta, J.J. en M.G. Allen (1995) *The dilemma of tracking and grouping in early childhood and middle grades: are we speaking the same language*. Bloomington/Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Becker, H.J. (1990) *Effects of computer use on mathematics achievement. Findings from a nationwide field experiment in grades five to eight. Classes: rationale, study design, and aggregate effect sizes*. Baltimore (MD): Center for Research on Elementary and Middle Schools.
- Borman, G.D., J.G. Benson en L. Overman (2008) A randomized field trial of the fast forward language computer-based training program. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(1), 82–106.
- Bosker, R. (2005) *De grenzen van gedifferentieerd onderwijs*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Burns, M.K., R. Kanive en M. DeGrande (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.
- Commissie Meijerink (2008) *Over de drempels met taal en rekenen. Hoofdrapport van de expertgroep doorlopende leerlijnen taal en rekenen*. Enschede: Hoofdrapport van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen.
- Fischer, K.W. en L.T. Rose (2001) Webs of skill: how students learn. *Educational Leadership*, 59(3), 6–12.
- Forsten, C., J. Grant en B. Hollas (2002) *Differentiated instruction. Different strategies for different learners*. Peterborough: Crystal Spring Books.
- Kulik, C.L.C. en J.A. Kulik (1982) Effects of ability grouping on secondary school students: a meta-analysis of evaluation findings. *American Educational Research Journal*, 19(3), 415–428.
- Lou, Y., P.C. Abrami, J.C. Spence, C. Poulsen, B. Chambers en S. d'Apollonia (1996) Within-class grouping: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 423–458.
- MacGregor, S.K., J.Z. Shapiro en R. Niemiec (1988) Effects of a computer-augmented learning environment on math achievement for students with differing cognitive styles. *Journal of Educational Computing Research*, 4(4), 453–465.
- Meijer, J., E. van Eck en C. Felix (2008) *Leren met meer effect, rapportage van het onderzoek*. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut.
- Reezigt, G.J., A.A.M. Houtveen en W. van de Grift (2001) *Vormgeving en effecten van adaptief onderwijs*. Groningen: RUG/GION.
- Teule, P. (2012) Wat kost zittenblijven nou echt? Artikel op [sargasso.nl](http://sargasso.nl), 25 juli.
- Tomlinson, C.A. (2004) Research evidence for differentiation. *School Administrator*, 61(7), 30.
- Tomlinson, C.A. en M.L. Kalbfleisch (1998) Teach me, teach my brain: a call for differentiated classrooms. *Educational Leadership*, 56(3), 52–55.
- Tournaki, N. (2004) The differential effects of teaching addition through strategy instruction versus drill and practice to students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36(5), 449–458.
- Vernooij, K. (2009) *Omgaan met verschillen. Wat werkt?* Artikel op [www.onderwijsmaakjesamen.nl](http://www.onderwijsmaakjesamen.nl), 17 september.