

Inzet van software bij het vak Frans en wiskunde in het voortgezet onderwijs

Marco Bril (3889971) en Lida Sangsefidi (0061476)
Universiteit Utrecht

Onderzoeksverslag PGO
Onder leiding van dr. B. Koster en drs. F. Kranenburg
Afdeling lerarenopleiding Universiteit Utrecht
Januari 2013

Abstract: De inzet van software wordt in het onderwijs steeds meer gepromoot: het sluit aan bij de belevingswereld van leerlingen en het vergroot het leerrendement. Op dit moment wordt er veel onderzoek gedaan naar het effect van software in het onderwijs. Zeker op taalkundig gebied laat onderzoek zien dat bijvoorbeeld grammatica- en spellingscheckers een positieve invloed hebben op het leren van grammaticale structuren. Ook voor wiskunde is aangetoond dat software een positief effect heeft op de leerprestaties van leerlingen. Aangezien de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen een van de moeilijkste aspecten van talen is, onderzoeken we in dit onderzoek wat het effect van een grammatica- en spellingchecker (*BonPatron*) is op de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen in het Frans. Voor wiskunde geldt dat tekstbegrip zeer belangrijk is bij het leren van aspecten van het kansrekenen, zoals *permutatie* en *combinatie*. Daar tekstbegrip door leerlingen moeilijk wordt gevonden, onderzoeken we ook in dit onderzoek of de inzet van vaardigheidsgerichte software (*Wisplan*) een positief effect op de tekstbegrip (en daaropvolgend de begripsvorming rondom de termen *permutatie* en *combinatie*) van leerlingen heeft. In respectievelijk 6vwo en 4vwo is een interventieonderzoek uitgevoerd. Helaas zijn de resultaten voor Frans en wiskunde niet overtuigend genoeg om te kunnen concluderen of de software een positief effect heeft op de verwerving van bijvoeglijke structuren. Verder onderzoek (o.a. een langere interventieperiode) is nodig om een beter onderzoeksresultaat te verkrijgen.

Trefwoorden: Vaardigheidsgerichte software, grammatica- en spellingchecker, voortgezet onderwijs, Franse morfosyntaxis, kansrekenen wiskunde, didactiek

Introductie

De laatste jaren is het implementeren van ICT in de lespraktijk een belangrijk middel geworden om het onderwijs te vernieuwen. Bij zowel de alfa- als de bètavakken in het voortgezet onderwijs beginnen digitale programma's een steeds grotere rol te spelen om leerlingen actief bij de les te betrekken en daardoor de leerresultaten te verbeteren. Zo wordt bijvoorbeeld bij het vak Frans steeds vaker gebruik gemaakt van grammatica- en spellingcheckers die voor de lespraktijk zijn ontwikkeld. Voor wiskunde bestaan er bijvoorbeeld softwareprogramma's die gericht zijn op de leesvaardigheid van de leerlingen, omdat ook de bètavakken steeds 'taliger' worden (voor wiskunde: Freudenthal 1973 en Decorte & Verschaffel 1991).

Uit onderzoek blijkt inderdaad dat de inzet van software een positief effect heeft op de leerprestaties van leerlingen (voor Frans: o.a. Long 1991, Lewis 1999, Heift & Schulze 2007 ; voor wiskunde: o.a. Deinum 2002, Robert & Simsons 2002). Zo laat Long (1991) in onderzoek naar taalverwerving zien dat leerlingen in het taalverwervingsproces zich zowel op het communicatieve als het schriftelijke vlak moeten ontwikkelen. In deze laatst genoemde fase kan software, zoals een spelling- en grammaticachecker, bij het vak Frans een bijdrage leveren aan de verbetering van de leerprestaties (Heift & Schulze 2007). Daar binnen de schrijfvaardigheid van het Frans de aanpassingen in geslacht en getal van o.a. bijvoeglijke naamwoorden een groot component vormt en deze zeer moeilijk te leren zijn voor Nederlandse leerlingen (bv. Ayoun 2007, Cornips & Hulk 2008), zou een grammatica- en spellingchecker hierop ontwikkeld moeten zijn (Burston 2008).

Naast het vak Frans, laat onderzoek naar het gebruik van ICT binnen het vak wiskunde zien dat ICT ook binnen dit vak een positief effect op de leerprestaties van de leerlingen heeft (Robert & Simsons 2002, Deinum 2002 en Drijvers et al. 2012). Zo laten Robert & Simsons (2002) in hun onderzoek zien dat leerlingen gemotiveerder, zelfstandiger en kritischer werken als ze gebruik maken van software bij het vak wiskunde. Daarnaast helpt het leerlingen bij de begripvorming van wiskunde vaardigheden (Kieran & Damboise 2007). Concrete onderzoeksresultaten die toegespitst zijn op specifieke vaardigheden binnen het wiskundeonderwijs ontbreken echter (Mejer & Eck 2008). Bij de bestudering van de centraal eindexamens van de bètavakken (nl. biologie, scheikunde, wiskunde en natuurkunde) blijkt dat leerlingen grote stukken tekst moeten lezen waaruit ze vervolgens informatie moeten halen om de vraag te kunnen beantwoorden. Vaak is er zelfs een aparte bronnenbijlage bij. Dit betekent dat leesvaardigheid, net als bij de talen, ook bij de bètavakken een belangrijke rol speelt (zie ook Freudenthal 1973). Aangezien binnen de bètavakken leesvaardigheid dus een grote rol speelt, zou software binnen deze vakken onder andere gericht moeten zijn op de leesvaardigheid van de leerlingen.

Daar dus uit onderzoek blijkt dat de inzet van software binnen de talen en de bètavakken een positief effect heeft op een van de belangrijkste vaardigheden bij deze vakken, respectievelijk schrijfvaardigheid en leesvaardigheid, leidt dit naar onze **onderzoeksvraag**: Heeft het gebruik van vaardigheidsgerichte software tot gevolg dat leerlingen in een korte tijd minder fouten maken in de Franse schrijfvaardigheid en in de leesvaardigheid bij wiskunde dan in frontaal onderwijs?

Dit evaluerend onderzoek zal zich dus richten op de schrijfvaardigheid van het vak Frans en de leesvaardigheid van het vak wiskunde. Daar aanpassingen van geslacht en getal een groot component binnen de schrijfvaardigheid van het Frans vormen, zal onderzocht moeten worden wat het effect van een spelling- en grammaticachecker op de schrijfvaardigheid (betreffende bijvoeglijk naamwoorden) van leerlingen is. Hieruit volgt **deelvraag 1**: Maken leerlingen bij feedback van een grammatica- en spellingchecker in korte

tijd minder fouten binnen Franse bijvoeglijk naamwoordsaanpassingen dan bij feedback in een frontale lessituatie?

De onderzoeksopzet die in dit onderzoek gebruikt zal worden, zal bestaan uit een voormeting, een interventie en een nameting (zie voor details paragraaf 3).

Onze verwachting is dat de checker tot gevolg heeft dat leerlingen minder fouten maken in schrijfvaardigheid dan in het frontale onderwijs. Volgens ons zal dit waarschijnlijk zo zijn, omdat een grammatica- en spellingchecker een individuele feedback geeft op de fouten van de leerlingen. Deze software stuurt de leerlingen namelijk richting het goede antwoord. Bij frontale uitleg is het individuele aspect minder groot, waardoor leerlingen minder precieze feedback op hun fouten krijgen.

Ook voor wiskunde zal het effect van software op een vakspecifieke vaardigheid onderzocht worden. Zoals hierboven beschreven, speelt leesvaardigheid binnen de bètavakken een grote rol, dus ook binnen wiskunde (zie bv. Freudenthal 1973). Binnen het wiskundeonderwijs in het voortgezet onderwijs is dit voornamelijk het geval bij wiskunde A. Wiskunde A richt zich onder andere op het kansrekenen waarin tekstbegrip een zeer belangrijk aspect is en waarmee leerlingen in 4 vwo mee beginnen (cf. Krulik 1980 en Majer 1992). Zo is tekstbegrip belangrijk om bijvoorbeeld te kunnen concluderen of er sprake is van een *permutatie* of *combinatie*. Dit is belangrijk om te weten welke formule er toegepast moet worden om de opgave op te lossen (Decorte & Verschaffel 1991).

Onderzocht zal moeten worden of deze vaardigheidsgerichte software (hier: leesvaardigheid), die door de lesmethode Getal en Ruimte geleverd wordt (*Wisplan*), daadwerkelijk effect heeft op het tekstbegrip binnen het kansrekenen (toegesplitst op *combinatie* en *permutatie*). Dit leidt tot de volgende twee **deelvragen: 2a.** Maken leerlingen bij feedback van vaardigheidsgerichte software in korte tijd minder fouten bij het herkennen van een permutatie dan bij feedback in een frontale lessituatie? En **2b.** Maken leerlingen bij feedback van vaardigheidsgerichte software in korte tijd minder fouten bij het herkennen van een combinatie dan bij feedback in een frontale lessituatie?

Onderzoek van Drijvers (2007) toont dat er een discussie gaande is rondom het reguliere wiskundeonderwijs waarin geoefend wordt met het boek, rekenmachine etc. en het ICT-onderwijs waarin er wiskundige vaardigheden aangeleerd worden door middel van vaardigheidsspecifieke software. De vraag die hierin gesteld wordt, is wat de positieve punten op leerlingprestaties van beide lesvormen zijn en hoe beide lesvormen met elkaar gecombineerd kunnen worden. Daarom is het interessant om beide onderwijsvormen met elkaar te vergelijken en zo het effect van software op de leesvaardigheid van leerlingen te bestuderen. Op deze manier zou er een bijdrage geleverd kunnen worden aan de discussie.

Daar bij zowel Frans als wiskunde het effect van de vaardigheidsgerichte software getest wordt ten opzichte van het frontale onderwijs (dat zich in dit onderzoek ook richt op de betreffende vaardigheid), betekent dit dat de methodologie voor dit gedeelte van het onderzoek vergelijkbaar is met die van het Frans (zie voor verdere details paragraaf 3).

Onze verwachting is, net als bij de inzet van een spelling- en grammaticachecker bij het vak Frans, dat het effect van sturende software bij het vak wiskunde tot gevolg heeft dat leerlingen minder fouten maken dan in het frontale onderwijs. Het individuele aspect van de feedback op de fouten is namelijk groter dan bij frontaal onderwijs, waardoor het rendement van het tekstbegrip bij de leerlingen groter zal zijn (cf. Robert & Simons 2002).

Dit onderzoeksverslag is als volgt ingedeeld: in paragraaf 1 zullen wij de problematiek rondom de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen in talen laten zien. Ook zullen wij eerder onderzoek betreffende grammatica- en spellingcheckers (in relatie tot de verwerving van grammatica) bespreken om zo onze interventie te verantwoorden. In paragraaf 2 wordt de problematiek van leesvaardigheid in relatie tot wiskunde besproken en vervolgens zullen wij eerder onderzoek rondom de inzet van vaardigheidsgerichte software bij wiskunde besproken

om ook hier onze interventie te verantwoorden. Vervolgens laten wij in paragraaf 3 onze methodologie zien die wij gebruikt hebben om de invloed van de betreffende software te testen. In paragraaf 4 worden de onderzoeksresultaten gepresenteerd om vervolgens in paragraaf 5 conclusies uit deze resultaten te trekken. Ook zullen wij in deze paragraaf de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten bespreken.

In paragraaf 6 bespreken wij de relevantie van de resultaten voor de onderwijspraktijk in de vorm van aanbevelingen voor docenten in het VO en lesmethodeontwikkelaars. We eindigen met een persoonlijke reflectie waarin we reflecteren op het onderzoeksproces.

§1: Problematiek van de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen en didactische implementatie van de grammatica- en spellingchecker

§1.1: Problematiek van de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen

In mijn lespraktijk zie ik dat middelbare scholieren veel moeite hebben met de morfosyntaxis¹ van het geschreven Frans, zoals de schrijfwijze van bijvoeglijk naamwoorden en deelwoorden. Deze passen zich in geslacht en getal aan het (voor-)naamwoord aan in het standaard Frans (*la voiture verte* ‘de groene auto’ / *la fille que j’ai vue* ‘het meisje dat ik gezien heb’). Een analyse van mijn schoolexamens schrijfvaardigheid 6 vwo toont dat 54,8 % van het totale aantal fouten betrekking heeft op aanpassingen in geslacht en getal. Dit betekent dat meer dan de helft van het aantal fouten gerelateerd is aan de Franse morfosyntaxis, wat de moeilijkheid ervan weergeeft.

Overigens geldt dit probleem niet alleen voor middelbare scholieren, maar ook voor vergevorderde leerders van het Frans (Bartning 1997, 2000). Het is inderdaad bekend dat het verwerven van de adjectivale verbuiging één van de grootste problemen van talen is, niet alleen voor tweedetaalleerders (bv. Ayoun 2007, Cornips & Hulk 2008), maar ook voor moedertaalverwerwers (bv. Van der Velde 2003, Blom et al. 2008). Voor dit onderzoek concentreer ik me op de problematiek die de tweedetaalleerder betreft (nl. de Nederlandstalige middelbare scholier).

Uit tweedetaalverwervingsliteratuur blijkt dat de problematiek rondom de verwerving van bijvoeglijke aanpassingen (verder: AF (Adjectivale Flexie)) te maken heeft met de invloed van de moedertaal (bv. Lado 1957, Hawkins & Franceschina 2004, Bruhn de Garavito & White 2002 etc.). Zo laat Lado (1957) zien dat als een taalpatroon in de moedertaal anders functioneert dan het taalpatroon in de te leren taal, deze moeilijker te leren is dan als een taalpatroon hetzelfde is. Hij spreekt hier van negatieve transfer. Dit wordt ook ondersteund door recenter onderzoek (bv. Bruhn de Garavito & White 2002 en Lardiere 2005).

Het taalpatroon (hier betreffende AF) van de moedertaal heeft dus invloed op de verwerving van een taalpatroon van de vreemde taal. De moedertaal die voor ons onderzoek van belang is, is het Nederlands. De vreemde taal van ons onderzoek is het Frans. Het is dus van belang om de taalpatroon rondom AF van het Nederlands te vergelijken met die van het Frans om de oorsprong van de moeilijkheid van de verwerving te ontdekken. In tabel 1 zijn de taalpatronen (rondom AF) van het Nederlands en het Frans naast elkaar gezet.

¹ Morfosyntaxis = alle uitgangen die achter bijvoeglijk naamwoorden of werkwoorden kunnen komen.

<u>Taalpatroon Nederlands</u>	<u>Taalpatroon Frans</u>
(1) Het mooie gebouw (2) De rode auto (3) Een mooi ø gebouw (4) Een rode auto	(1) La voiture verte (2) Le cadeau bleu ø (3) Une voiture verte (4) Un cadeau bleu ø
Onderscheid in verbuiging alleen zichtbaar bij onbepaald lidwoord (<i>een</i>)	Onderscheid in verbuiging te zien in geslacht: het type lidwoord heeft <u>geen</u> invloed

Tabel 1: functioneren bijvoeglijke aanpassingen Nederlands vs. Frans

In tabel 1 is te zien dat het taalpatroon rondom AF in het Nederlands anders functioneert dan het Frans². Het verschil in taalpatroon zou dus een oorzaak kunnen zijn van de problematiek betreffende de verwerving (door tweedetaalleerders van het Frans, hier: middelbare scholieren) van adjectivale flexie.

Overigens is het wel van belang te melden dat het type fouten dat leerlingen maken afhankelijk is van de grammaticale structuur (zie bv. Pienemann 1989 en Moscati & Rizzi 2011). Zo benadert Pienemann (1989) het leren van AF vanuit de psycholinguïstiek. Hij laat zien dat taalkundige constructies waarin het bijvoeglijk naamwoord direct aansluit aan het zelfstandig naamwoord (*La voiture verte – De groene auto*) makkelijker en dus eerder geleerd worden dan constructies waarin het bijvoeglijk naamwoord gescheiden is van het zelfstandig naamwoord (*La voiture est verte – De auto is groen*). Deze laatste constructie wordt later in het verwervingsproces geleerd. Dit wordt ook ondersteund door Moscati & Rizzi (2011).

Zoals hierboven is getoond, is het taalpatroon betreffende AF anders dan die van het Frans. Dit kan een oorzaak zijn van het feit dat AF door Nederlandstalige tweedetaalleerders van het Frans moeilijker te leren is dan een grammaticaal aspect dat hetzelfde functioneert in het Nederlands. Wij onderzochten in dit onderzoek of een grammatica- en spellingchecker (verder: checker) leerlingen kan ‘helpen’ om deze taalstructuur van het Frans te leren.

In het volgende gedeelte zullen wij in gaan op eerder onderzoek dat zich richt op checkers om hierdoor onze interventie te verantwoorden.

§1.2: Didactische implementatie van de grammatica- en spellingchecker

Hierboven is getoond dat het taalpatroon van het Frans rondom bijvoeglijke aanpassingen lastig te leren is door tweedetaalleerders (hier: leerlingen van het VO) die het Nederlands als moedertaal hebben. Daar dit taalkundig aspect zo’n groot probleem oplevert in het leren van een (vreemde) taal, willen wij als docent onderzoeken of een checker een positiever effect heeft op de verwerving ervan dan het ‘reguliere’ (frontale) onderwijs. Hiervoor is het belangrijk te weten welke checker het best is en hoe deze geïmplementeerd kan worden in het onderwijs.

² AF vindt ook plaats bij voornaamwoorden. In het Frans is AF bij voornaamwoorden duidelijk aanwezig (*La fille, je la vois souvent – Het meisje, ik zie haar vaak*), maar uit onderzoek (Audring 2009) blijkt dat dit type AF in het Nederlands steeds minder vaak wordt toegepast (*Hoe vind je de soep? – Ik vind het lekker*).

Dat checkers effectief zijn bij de verwerving van taal, blijkt uit verscheidene onderzoeken (o.a. Bieseman 2005, Burston 2008, O'Regan et al. 2010). Dit is ook aangetoond voor leerlingen die leerproblemen hebben (Lewis Rena et al. 1999).

Zo laat O'Regan et al. (2010) zien dat de checker *Bon Patron* voor het Frans de beste is: deze checker detecteert 88% van het aantal fouten dat in een aangeboden Franse tekst zat (cf. Nadasdi & Sinclair 2007 en Burston 2008). Overigens is wel op te merken dat een checker een aantal restricties kent waarmee zowel de docent als de gebruiker rekening moet houden (blijkende uit veel onderzoek: o.a. Granger & Meunier 1994, Wei & Davies 1997 en Tschichold 1999a, 1999b).

Zo detecteert een checker voornamelijk spellingsfouten, maar geen fouten in vocabulairegebruik of zinsconstructies (Dodigovic 2005). Daarnaast is een checker alleen nuttig als hulpmiddel voor gevorderde leerders: beginnende leerders maken nog teveel fouten waardoor de checker niet effectief meer functioneert (Tschichold 2003). Uit onderzoek naar Engelse checkers³ blijkt dat vanaf B1-niveau⁴ een checker pas effectief kan zijn (cf. Granger et al. 2002). Naast het feit dat beginnende taalleerders teveel fouten maken, is het ook belangrijk dat de leerders de evaluatie / de feedback van de checker begrijpen. Ze moeten dus voldoende taalkundige kennis hebben om een goede correctie te maken. O'Regan benadrukt dan ook dat een checker zeer effectief kan zijn bij het verwerven van (geschreven) taal, maar dat zowel de docent als de leerder zich er bewust van moet zijn dat checkers nog veel tekortkomingen kent en dat een aangeboden tekst zeker nog veel fouten kan bevatten.

Naast het feit dat checkers zeer effectief kunnen zijn in de verwerving van schrijfvaardigheid en dat voor het Frans *Bon Patron* het meest effectief is, sluit de didactische werking (d.w.z. de wijze van feedback) van een checker ook aan bij didactisch onderzoek rondom schrijfvaardigheid. Zo is het belangrijk dat een leerder zich bewust is van fouten die hij maakt (Schmidt 1990, Baddeley 1990). Een checker geeft geen verbetering van de fout, maar geeft feedback waardoor de leerling zelf moet nadenken over de verbetering. Dit bevordert dus het bewustzijn van de leerling rondom de fouten die hij maakt, wat weer het leerproces bevordert: een leerder moet actief bezig zijn met de taal om deze te gaan beheersen (Swain 1985, 1993).

Vanuit het oogpunt van feedback, is de checker dus een effectief leermiddel (cf. Van Beuningen 2011). Van Beuningen (2011) laat bijvoorbeeld zien dat correctieve feedback gesplitst moet worden in 2 soorten: indirecte en directe feedback. Bij de eerste variant wordt de leerling gestuurd naar de verbetering en moet hij zelf de verbetering maken. Bij de tweede variant corrigeert de docent de fout. Het functioneren van een checker is dus direct gerelateerd aan de indirecte feedback. Voor indirecte feedback toont Van Beuningen dat deze manier van feedback het beste resultaat heeft.

Naast het feit dat een spelling- en grammarchecker een goed leermiddel bij schrijfvaardigheid blijkt te zijn, blijkt ook uit onderzoek dat de inzet van vaardigheidsgestuurde software bij wiskunde effectief is (bv. Robert & Simsons 2002 en Deinum 2002). Daar in het wiskundeonderwijs kansrekenen een lastig onderwerp wordt gevonden en dit direct gerelateerd is aan leesvaardigheid (Helwig et al. 1999), bespreken wij in de volgende paragraaf eerder onderzoek dat gedaan is op het gebied van ICT-inzet bij het vak wiskunde en de relatie hiervan met leesvaardigheid.

³ Op te merken is dat een Engelse checker van mindere effectiviteit is dan de Franse *Bon Patron* (Burston 2008)

⁴ Uitdrukingsniveau voor taalbeheersing (volgens Europees Referentiekader (ERK)): A1-A2-B1-B2-C1-C2 waarin A1 staat voor een beginnende leerder van een taal en C2 het niveau van beheersing op moedertaalniveau weergeeft.

§2: Problematiek van het kansrekenen en de didactische implementatie van vaardigheidsgerichte software bij het vak wiskunde

§ 2.1 Problematiek van het kansrekenen bij het vak wiskunde

Zoals in de introductie al vermeld is, worden de bèta-vakken in het voortgezet onderwijs steeds ‘taliger’ (Freudenthal 1973 en Decorte & Verschaffel 1991). Zo vindt er sinds decennia een verschuiving plaats van de traditionele wiskunde naar de realistische wiskunde (Freudenthal 1973). Onder de traditionele wiskunde verstaat Freudenthal de opgave waarin het om de pure wiskunde gaat (bv. *Bereken: 32×4*) en onder de realistische wiskunde de opgave die in een context gepresenteerd wordt (bv. *Er zijn 32 kinderen en ieder kind heeft 4 snoepjes. Bereken hoeveel snoepjes er in het totaal zijn.*).

Daar wiskunde dus meer in een context gepresenteerd wordt, betekent dit dat leerlingen eerst de opgave moeten lezen en begrijpen voordat ze daadwerkelijk aan de opgave kunnen oplossen (Krulik 1980). Zo laat Krulik (1980) zien dat leerlingen een interne representatie op moeten bouwen die leidt tot de juiste wiskundige operatie om een opgave op te lossen (cf. Decorte & Verschaffel 1991 en Mayer 1992). Dit betekent dat zij verbanden moeten leggen tussen tekstelementen om de opgave op te kunnen lossen en dat leesvaardigheid dus wel degelijk belangrijk is bij het huidige wiskundeonderwijs.

Uit onderzoek naar de beheersing van leesvaardigheid blijkt dat tekstverwerking op drie niveaus plaatsvindt: microniveau, mesoniveau en macroniveau (Hacquebord 1989). Onder het microniveau verstaat Hacquebord (1989) het begrip op woord- en zinsniveau. Dit betekent dat leerlingen de individuele woorden (of in korte zinsverbanden) moeten begrijpen. Het probleem is dat de betekenis van alledaagse woorden binnen de wiskunde een specialistische betekenis hebben waardoor leerlingen in de war kunnen raken (cf. Hajer & Meestringa 1995). Het tweede niveau bestaat uit het mesoniveau. Dit houdt in dat de individuele woorden of zinsconstructies met elkaar gecombineerd moeten worden om het verband tussen de verschillende tekstelementen te begrijpen (zie ook Hacquebord & Stellingwerf 2004). Het leggen van verbanden tussen zinnen en het trekken van conclusies is binnen het leerproces van wiskunde een zeer belangrijk punt (Kintsch & Greeno 1985). Het laatste niveau van tekstverwerking is het macroniveau. Dit betekent dat de leerlingen de gehele tekst begrijpt en de belangrijkste informatie uit de tekst kan halen. Voor de realistische wiskunde is de beheersing op macroniveau een belangrijk component (cf. Prenger 2005).

Een belangrijk onderdeel van de wiskunde waarin dit leesvaardigheidscomponent een zeer grote rol speelt, is het kansrekenen. Leerlingen moeten hierin uit een tekst de juiste informatie halen, de juiste conclusies trekken en daarmee de juiste wiskundige operatie uitvoeren. Kortom, ze moeten zich een interne representatie vormen (Krulik 1980) om het kansrekenen te gaan beheersen.

Hieronder tonen wij twee voorbeelden van opgaves binnen het kansrekenen om het leesvaardigheidscomponent te verduidelijken:

(1) voorbeeld van een combinatie⁵

Een klas kiest een afvaardiging van twee leerlingen voor het schoolparlement. Vier leerlingen van de klas tonen belangstelling, namelijk Anne, Bas, Chris en Daphne. Hoeveel afvaardigingen kan de klas leveren?

(2) voorbeeld van een permutatie

Een groep van tien vrienden gaat een weekend kamperen. De eerste van hen reserveert de camping, de tweede regelt het vervoer en de derde doet de inkopen. Op hoeveel manieren kunnen drie verschillende taken over deze tien vrienden verdeeld worden?

In voorbeeld 1 gaat het om een combinatie, omdat de volgorde van de rangschikking van het aantal afgevaardigden niet van belang is. In voorbeeld 2 is er sprake van een permutatie, omdat hierin de rangschikking wel van belang is. Hierin moeten namelijk de taken verdeeld worden over drie personen. Binnen het kansrekenen betekent dit dat de wiskundige benadering die uitgevoerd moet worden verschilt tussen een combinatie en een permutatie. Voor ons onderzoek is verdere wiskundige verduidelijking van de termen *combinatie* en *permutatie* niet relevant.

In dit onderzoek hebben wij onderzocht of de inzet van vaardigheidsgerichte software leerlingen kan ‘helpen’ bij het ‘analyseren’ van wiskundige opgaven en zo te concluderen of er sprake is van een *combinatie* of *permutatie*.

§ 2.2 Didactische implementatie van vaardigheidsgerichte software bij het vak wiskunde

Zoals hierboven besproken is, is het leesvaardigheidscomponent zeer belangrijk bij het leerproces van het kansrekenen, maar levert dit vaak problemen op (bv. vanwege de verschillen in betekenis van woorden in wiskundeopgaven en de analyse van de context waarin de woorden staan). Uit eerder onderzoek blijkt dat de inzet van software bij het vak wiskunde effectief kan zijn (bv. Robert & Simsons 2002, Deinum 2002 en Drijvers et al. 2012). Zo laat Drijvers et al. (2012) zien dat het ICT-gebruik binnen het wiskundeonderwijs een belangrijke positie heeft ingenomen. Dankzij de ICT (zoals de grafische rekenmachine of andere software) hoeven leerlingen geen saaie, tijdrovende en foutgevoelige procedures (bv. algoritmen) uit te voeren. Naast de inzet van de grafische rekenmachine, is er ook vaardigheidsgerichte software beschikbaar die leerlingen helpt in het leerproces van een wiskunde vaardigheid. Dit type software versterkt het onderwijs in de wiskunde en draagt bij aan de begripsvorming van de wiskundige basisvaardigheden (Pea 1987). Dit wordt ook ondersteund door Heid (1988), Kieran & Drijvers (2006) en Kieran & Damboise (2007).

In bovengenoemde onderzoeken wordt onder andere de efficiënte didactische werking van de software benoemd. Zo is in dit type software het aantal opgaven beperkt, krijgen de leerlingen direct feedback op hun werk, zijn leerlingen kritischer op hun eigen werk (cf. Robert & Simsons 2002) en is de werkomgeving ‘veiliger’, omdat hun fouten niet door andere

⁵ Binnen het kansrekenen wordt een onderscheid gemaakt in 2 aspecten die ieder een andere wiskundige benadering kennen: *combinatie* en *permutatie*. *Combinatie* houdt in dat er gekeken wordt naar het aantal keuzemogelijkheden binnen een aantal ‘dingen/personen’ zonder te letten op de volgorde hiervan. *Permutatie* houdt in dat er gekeken wordt naar het aantal keuzemogelijkheden, maar hierbij is de rangschikking belangrijk. De volgorde is bij *permutatie* dus belangrijk.

leerlingen gezien kunnen worden. Ook zorgt de software voor een betere begripsvorming dat ervoor zorgt dat er een denkproces op gang wordt gebracht (Drijvers et al. 2012). Dit aspect sluit naadloos aan bij onderzoek van Krulik (1980). Krulik (1980) toont namelijk dat leerlingen een interne representatie moeten ontwikkelen binnen de realistische wiskunde. Hierbij zou vaardigheidsgerichte software een belangrijke bijdrage kunnen leveren. Bijvoorbeeld door een tekstsituatie te visualiseren. De inzet van software kan dus juist een bijdrage leveren aan het leerproces en moet dus niet alleen maar gebruikt worden nadat de leerlingen de wiskunde echt begrepen hebben (zie ook Kanselaar et al. 2007).

Daar de inzet van vaardigheidsgerichte software dus een belangrijke rol kan spelen bij de begripsvorming van wiskunde, hebben wij in dit onderzoek de invloed van deze vaardigheidsgerichte software testen op de leesvaardigheid betreffende het kansrekenen om zo te kijken of leerlingen een beter begrip van *combinatie* en *permutatie* hebben (zie paragraaf 2.1).

In paragraaf 3 zullen wij onze onderzoeksmethode betreffende de inzet van een checker bij het vak Frans en vaardigheidsgerichte software bij wiskunde, uiteenzetten.

§3 : Onderzoeksmethode

Zoals hierboven is vermeld, hebben wij in dit onderzoek bestudeerd of 1) *Bon Patron* zorgt voor minder fouten op het gebied van schrijfvaardigheid van het Frans rondom adjectivale flexie (t.o.v. frontaal onderwijs) en 2) of vaardigheidsgerichte software (hier: *Wisplan*) binnen het vak wiskunde voor minder fouten zorgt op het gebied van het herkennen van *permutatie* en *combinatie* (t.o.v. frontaal onderwijs).

Hieronder zullen wij de verschillende onderdelen van ons onderzoek nader definiëren:

Methodologie

De methode die voor dit evaluerend onderzoek gebruikt is, betreft de interventiemethode. Dit is een onderzoeksmethode om het effect van een ‘interventie’ te meten binnen een onderzoeksperiode en -groep. Deze methode wordt veel gebruikt binnen de toegepaste wetenschap (bv. Heift & Schulze 2007 (taalverwerving), Burston 2008 (taalverwerving) en Van Beuningen 2011 (onderwijskunde)). Hiervoor hebben wij twee onderzoeksgroepen samengesteld: een interventiegroep (d.w.z. waarin de te meten interventie plaatsvindt) en een controlegroep (d.w.z. waarin geen interventie is aangebracht). Het meetinstrument voor Frans bestaat uit een dictee dat speciaal samengesteld is uit 10 zinnen waarin de bijvoeglijke verbuiging het grootste component vormt. Per zin zijn 3 of meer constructies te onderscheiden waarin de bijvoeglijke aanpassingen toegepast moeten worden. Uiteindelijk wordt het totaal aantal fouten van bijvoeglijke aanpassingen geteld in het dictee. Dit betekent dat andere gemaakte fouten, zoals werkwoordsvervoegingen, niet meegerekend worden. Daar dit dictee toegespitst is op bijvoeglijke verbuigingen en dit dus het grootste component vormt, is dit meetinstrument valide voor dit onderzoek.

Ook voor wiskunde is het meetinstrument valide. Het betreft hier situatiebeschrijvingen waarin de enige keuzemogelijkheid *combinatie* of *permutatie* is. Leerlingen hoeven ook geen berekening te geven, aangezien het alleen om het herkennen van de situatie gaat. Tevens zijn deze beschrijvingen ook door een collega bekeken om te beoordelen of er alleen sprake is van *combinatie* of *permutatie*.

Participanten

Voor het onderzoek binnen het vak Frans bestaan beide groepen ($n = 12$) uit leerlingen die in de eindexamenklas 6vwo zitten en die dus examen in Frans gaan doen. De reden voor deze groep heeft te maken met 1) het feit dat een checker het beste effect heeft als de leerder een gevorderd niveau van de taal heeft (O'Regan 2010), 2) een eindexamenleerling heeft alle vormen van adjectivale flexie al eens gezien en hoeft de materie dus niet uitgelegd te krijgen en 3) een eindexamenleerling heeft de meeste taalkundige kennis (t.o.v. andere middelbare scholieren) waardoor de feedback van de checker goed begrepen wordt (cf. O'Regan et al. 2010). Echter, een kanttekening is dat het relatief kleine aantal participanten niet per se representatief is voor 6vwo-leerlingen.

De interventiegroep bestaat uit 12 examenleerlingen (leeftijd 17-18 jaar; 6vwo) waarvan 9 meisjes en 3 jongens. Tevens is op te merken dat 3 leerlingen de examenklas opnieuw doen vanwege het feit dat zij afgelopen jaar zijn gezakt. Daarnaast zijn 3 leerlingen niet meegenomen in de data-analyse, omdat 2 leerlingen de interventieperiode gemist hebben en zij dus geen significante nameting kunnen leveren. De andere leerling was afwezig bij de nameting, waardoor de voormeting van deze leerling uit het onderzoek gehaald is. De overige 12 leerlingen hebben dus zowel een voormeting, een interventieperiode als een nameting gehad en zijn dus significant voor het onderzoek.

Overigens is er 1 leerling waarvan het Nederlands niet de moedertaal is. Dit is belangrijk om te weten, gezien het feit dat een taalpatroon van de moedertaal van invloed is op de tweede taal (paragraaf 1.1).

De controlegroep bestaat eveneens uit 12 examenleerlingen (leeftijd 17-18 jaar; 6vwo) waarvan 10 meisjes en 2 jongens. Binnen deze groep zijn 2 leerlingen die de examenklas voor de tweede keer doen, vanwege het feit dat zij vorig jaar zijn gezakt. Ook in de controlegroep zijn 3 leerlingen niet meegenomen in de data-analyse, omdat 2 van hen geen interventieperiode hebben meegemaakt en de andere afwezig was bij de nameting. De overige 12 leerlingen hebben dus zowel een voormeting, een interventieperiode als een nameting gehad en zijn dus significant voor het onderzoek. Binnen deze groep heeft iedere leerling het Nederlands als moedertaal.

Voor het onderzoek binnen wiskunde bestaan beide onderzoeksgroepen ($n = 5$ voor zowel de controle- als de interventiegroep) uit leerlingen uit 4vwo met wiskunde A. De reden voor deze groep heeft te maken met het feit dat het onderwerp 'kansrekenen' in 4vwo uitgebreid aan bod komt en aangezien daar het leesvaardigheidscomponent zeer groot is (zie paragraaf 2.1), heeft de interventie met de vaardigheidsgerichte software (*Wisplan*⁶) in deze groep plaatsgevonden.

Voor dit aspect van het onderzoek bestaat de interventiegroep uit 5 leerlingen (15-16 jaar) uit 4vwo waarvan 4 meisjes en 1 jongen. Binnen deze groep is 1 leerling die 4vwo voor de tweede keer doet en de materie van het kansrekenen dus al een keer heeft gezien. Tevens is het belangrijk te vermelden dat iedere leerling het Nederlands als moedertaal heeft. Ook voor de controlegroep geldt dat deze bestaat uit 5 leerlingen (15-16 jaar) uit 4vwo. Deze groep bestaat uit allemaal meisjes en geen van hen doet 4vwo voor de tweede keer. Alle participanten hebben het Nederlands als moedertaal. Ook hier kan het zijn dat de uitkomst van het onderzoek niet representatief is voor 4vwo-leerlingen, aangezien de onderzoeksgroep zeer klein is.

⁶ Software ontwikkeld door de onderwijsmethode *Getal en Ruimte*.

Onderzoeksmethode van dit onderzoek en analyse

Voor Frans:

- 2 onderzoeksgroepen: interventiegroep (12 leerlingen) en controlegroep (12 leerlingen)

Voormeting: Beide groepen maken een dictee dat gericht is op de Franse bijvoeglijke aanpassingen. We tellen het aantal fouten dat binnen deze aanpassingen valt. Dit betekent dat we alleen alle fouten tellen die gerelateerd zijn aan de bijvoeglijke aanpassingen rondom zelfstandig naamwoorden (foute aanpassing of gebrek aan aanpassing). In verder onderzoek zal ik het type fout dat gemaakt is analyseren.

Interventie: In beide groepen wordt gedurende 3 lessen uitleg gegeven over vastgestelde onderwerpen rondom bijvoeglijke aanpassingen, zoals bijvoeglijk naamwoorden, aanwijzend voornaamwoorden, betrekkelijke voornaamwoorden etc.

Echter, de verwerkingsfase van deze grammatica is in beide groepen verschillend: in de interventiegroep wordt geen feedback van de docent gegeven, maar de leerlingen oefenen met deze grammatica via een digitale grammatica- en spellingchecker (*Bon Patron*: verantwoording in paragraaf 1.2).

Leerlingen maken dus oefeningen rondom bijvoeglijke aanpassingen, maar voeren hun antwoorden in de checker in. Deze checker geeft de leerling gestuurde feedback (dus geen verbetering) waarop de leerling zelf moet nadenken welke verbetering hij/zij toepast. In de controlegroep wordt er wel feedback door de docent gegeven (via regulier, frontaal onderwijs). Deze leerlingen werken dus niet met de checker, maar oefenen via oefeningen uit het boek. Klassikaal worden de oefeningen nagekeken. De leerling krijgt dus niet individueel feedback, maar controleert de antwoorden in klassenverband.

Nameting: Na 3 lessen wordt er in beide groepen opnieuw een dictee (weer gericht op bijvoeglijke aanpassingen) aangeboden. Net als in de voormeting hebben we het aantal fouten (verkeerde aanpassing of gebrek aan aanpassing) in bijvoeglijk naamwoordsaanpassingen geteld. We hebben hierin niet verder gekeken om welke type fout het hier gaat, aangezien dat onderwerp van verder onderzoek zal worden.

Analyse onderzoeksdata en conclusie: De onderzoeksdata bestaan uit het aantal fouten dat in de voormeting en de nameting gemaakt is. Hierin worden echter alleen de fouten geteld die binnen de bijvoeglijke aanpassingen vallen. Door het aantal fouten van de interventiegroep met het aantal van de controlegroep te vergelijken, hebben we vastgesteld of het gebruik van software (interventiegroep) minder fouten tot gevolg heeft op het leren van bijvoeglijke aanpassingen dan het frontale onderwijs (controlegroep).

Voor wiskunde:

- 2 onderzoeksgroepen: interventiegroep (5 leerlingen) en controlegroep (5 leerlingen)

Voormeting: Een kleine, beknopte uitleg rondom *permutatie* en *combinatie* is in beide groepen gegeven. Leerlingen maken allemaal 20 opgaven waarin zij moeten aangeven of er in de beschreven situatie sprake is van een permutatie of een combinatie. Het aantal fouten wordt geteld. Dit betekent dat als een leerling zegt dat er in een bepaalde

situatie sprake is van een permutatie, terwijl het gaat om een combinatie, (of andersom) dit als een fout wordt gerekend. Vervolgens hebben we deze fouten gesplitst in combinatie- en permutatiefouten om na de nameting meer te kunnen zeggen over het type begripsfout (d.w.z. binnen het herkennen van combinatie of permutatie) dat er wordt gemaakt.

Interventie: In beide groepen wordt gedurende 3 lessen gewerkt aan het herkennen van een permutatie of een combinatie. Echter, de verwerkingsfase is bij de groepen verschillend. In de interventiegroep werken de leerlingen met software dat gericht is op kansrekenen (*Wisplan*). Zo maken leerlingen opgaven via de software en hierbij geven zij aan of de geschetste situatie om een *permutatie* of een *combinatie* gaat. Leerlingen krijgen individueel feedback via de software. In de controlegroep wordt er klassikaal uitleg en feedback gegeven en wordt er dus niet gewerkt met de software. Hierin krijgen leerlingen dus niet individueel feedback, maar in klassenverband.

Nameting: Na 3 lessen wordt er in beide groepen weer een toets met opgaven aangeboden (40 opgaven). Hierin moeten leerlingen bij elke geschetste situatie aangeven of er sprake is van een *permutatie* of een *combinatie*. Het aantal fouten wordt wederom geteld en deze hebben we gesplitst in combinatie- en permutatiefouten (net als in de voormeting).

Analyse onderzoeksdata en conclusie: Het aantal fouten van de toets is in zowel de voor- als nameting geteld en er is gekeken of er een verschil te vinden is in het aantal fouten tussen beide groepen. Op deze manier kan gekeken worden of het gebruik van software (interventiegroep) minder fouten tot gevolg heeft bij de leesvaardigheid, en daarop de begripsvorming van de termen *permutatie* of *combinatie*, dan bij frontaal onderwijs (controlegroep). Tevens hebben we gekeken of er een verschil te zien is in het herkennen van enerzijds de *permutatie* en anderzijds de *combinatie*. Wel is op te merken dat het aantal opgaven in de voor- en nameting verschillend is, waardoor de data vertekend kunnen zijn.

§4: Resultaten

De onderzoeksdata bestaan uit het aantal fouten van de voormeting en de nameting. Dit geldt voor zowel het onderzoek binnen het vak Frans als het onderzoek binnen het vak wiskunde.

We zullen de resultaten gesplitst presenteren: eerst de resultaten van de voor- en nameting van het Frans (tabel 1 en 2) en vervolgens de resultaten van de voor- en nameting van wiskunde (tabel 3 en 4). Deze zijn telkens afgezet tegen de resultaten van de controlegroep.

Frans:

Leerling Interventiegroep	Aantal fout voormeting	Aantal fout nameting	Vershil
F.G.	9	10	1
E.B.	11	11	0
D.B.	11	16	5
S.O.	15	14	-1
K.S.	15	19	4
A.B.	16	17	1
S.M.	18	19	1

R.P.	19	18	-1
B.D.	19	20	1
E.H.	20	15	-5
J.B.	21	20	-1
O.G.	23	26	3
Gemiddelde	16,4	17	+0,67
Standaarddeviatie	4,19	4,15	2,53

Tabel 1: aantal fout Interventiegroep gemaakt binnen bijvoeglijk naamwoordsaanpassingen (voor- en nameting)

Leerling Controlegroep	Aantal fout voormeting	Aantal fout nameting	Vershil
F.B.	12	17	5
C.B.	13	14	1
L.K.	14	15	1
S.L.	14	17	3
P.D.	15	16	1
B.H.	15	20	5
K.B.	15	21	6

N.L.	18	20	2
J.D.	19	17	-2
M.K.	19	19	0
M.M.	19	22	3
R.F.	21	24	3
Gemiddelde	16,2	18,5	+2,33
Standaarddeviatie	2,76	2,87	2,21

Tabel 2: aantal fout Controlegroep gemaakt binnen bijvoeglijk naamwoordsaanpassingen (voor- en nameting)

Wiskunde:

Leerling	Permutatiefouten Interventiegroep			Permutatiefouten Controlegroep			
	Voormeting ⁷	Nameting ⁸	Vershil	Leerling	Voormeting	Nameting	Vershil
A.	3	5	2	D.	4	9	5
C.	6	6	0	A.	4	5	1
A.	6	4	-2	R.	5	2	-3
J.	7	3	-4	M.	6	8	2
I.	7	5	-2	S.	9	8	-1
gemiddelde	5.8	4.6	-1.2		5.6	6.4	+0.8
standaarddeviatie	1.47	1.02	3.15		1.85	2.42	2.71

Tabel 3: aantal fout gemaakt binnen permutatie (voor- en nameting binnen interventie- en controlegroep)

⁷ 10 vragen

⁸ 17 vragen

Leerling	Combinatiefouten Interventiegroep			Combinatiefouten Controlegroep			
	Voormeting ⁹	Nameting ¹⁰	Verschil	Leerling	Voormeting	Nameting	Verschil
J.	2	9	7	R.	5	7	2
A.	7	6	-1	S.	5	11	6
C.	7	8	1	D.	6	13	7
I.	7	12	5	A.	7	7	0
A.	8	11	3	M.	7	9	2
gemiddelde	6.2	9.2	+3		6.0	9.4	+3.2
standaarddeviatie	2.14	2.14	2.83		0.89	2.33	2.66

Tabel 4: aantal fout gemaakt binnen combinatie (voor- en nameting binnen interventie- en controlegroep)

Gezien de resultaten voor het Frans, is op te merken dat zowel in de interventie- als de controlegroep het gemiddelde aantal fouten gestegen is in de nameting. Als we dit gemiddelde nader specificeren zien we in de interventiegroep dat er 7 leerlingen meer fouten hebben gemaakt (van 1 tot 5 fouten meer) en dat er 4 leerlingen minder fouten hebben gemaakt. 1 leerling heeft hetzelfde aantal fouten gemaakt. Ook is op te merken dat de standaarddeviaties (verder: s.d.) relatief gelijk zijn (voormeting: 4.19 ; nameting: 4.15) en dat de s.d. van het verschil in aantal fouten 2,53 is.

In de controlegroep is het gemiddelde aantal fouten ook gestegen (van 16.2 naar 18.5), maar met gemiddeld 2 fouten meer dan in de interventiegroep. Zo hebben 10 leerlingen meer fouten gemaakt (van 1 tot 6 fouten meer), 1 leerling heeft hetzelfde aantal fouten en slechts 1 leerling heeft minder fouten gemaakt in de controlegroep. Daarnaast is de s.d. van de controlegroep ook erg groot (2,21). Het verschil in fouten loopt dus erg uiteen.

Net als voor Frans, geldt voor wiskunde dat er meer permutatiefouten zijn gemaakt in de nameting t.o.v. de voormeting. Dit geldt overigens alleen voor de controlegroep. In de interventiegroep is echter een afname van het aantal permutatiefouten te constateren. Daarnaast is op te merken dat de s.d. van de interventiegroep (voormeting: 1.47 ; nameting: 1.02; verschil: 3.15) en de controlegroep (voormeting: 1.85 ; nameting: 2.42 ; verschil: 2.71) relatief groot zijn.

Wat betreft de combinatiefouten is te zien dat er zowel in de interventie- als de controlegroep een toename in aantal fouten is (voormeting t.o.v. nameting). Net als bij de permutatiefouten zijn de s.d. van de interventiegroep (voormeting: 2.14 ; nameting: 2.14; verschil: 2.83) en de controlegroep (voormeting: 0.89 ; nameting: 2.33; verschil: 2.66) relatief groot.

§5: Conclusie en discussie

De onderzoeksvragen die wij ons stelden waren 1) of de feedback van een grammatica- en spellingchecker bij het vak Frans zorgt voor minder fouten in de schrijfvaardigheid dan het klassikale onderwijs en 2) of de feedback van vaardigheidsgerichte software bij wiskunde zorgt voor minder fouten in de begripsvaardigheid van permutatie (2a) en combinatie (2b) dan het klassikale onderwijs. Onze verwachting was dat bij zowel wiskunde als Frans de feedback

⁹ 10 vragen

¹⁰ 23 vragen

van de inzet van software minder fouten tot gevolg had dan wanneer er klassikaal onderwijs wordt gegeven. Dit verwachtten wij, omdat de leerling individuele feedback heeft bij het gebruik van de software en bij het klassikale onderwijs niet.

In onze resultaten voor het Frans is te zien dat zowel in de interventie- als de controlegroep bijna alle leerlingen meer fouten hebben gemaakt in de nameting. Als we deze toename nader bekijken, zien we dat het gaat om een zeer geringe gemiddelde toename (0.67) in het aantal getelde fouten. Dit afgezet tegen de s.d. van 2.53 (van het verschil in fouten), zien we dat het verschil van 0.67 binnen deze s.d. valt waardoor de kans dat dit verschil op toeval berust, zeer groot is. Tevens is het verschil in s.d. tussen de voormeting (s.d.= 4.19) en nameting (s.d. = 4.15) in de interventiegroep bijna te verwaarlozen. Dit betekent dat het spreidingspatroon van beide metingen nagenoeg hetzelfde is en dat er dus geen effect van de checker te zien is. Het feit dat de spreiding van het aantal gemaakte fouten groot is, benadrukt ook weer de toevalligheid van de onderzoeksresultaten. Daardoor kunnen wij niet zeggen of er een verband is tussen de inzet van een checker en het aantal fouten in de schrijfvaardigheid dat gemaakt wordt.

Helaas moeten we concluderen dat ook de data voor wiskunde grotendeels op toeval kan berusten. Zo is bij de permutatiefouten de s.d. van het verschil in fouten groot (3.15 interventiegroep en 2.71 controlegroep), waardoor de kans dat deze verschillen op toeval berust groot is. Het verschil in fouten in de interventiegroep (1.2) en in de controlegroep (0.8) vallen daarnaast binnen de s.d. van beide groepen, wat de toevalligheid ondersteunt. Er is dus niet duidelijk te concluderen of er een verband is tussen de inzet van software en het aantal permutatiefouten. Deelvraag 2a is dus niet te beantwoorden.

Dit geldt eveneens voor deelvraag 2b. Hierin ging het om de combinatiefouten. Ook is de s.d. van het verschil in fouten binnen beide groepen (2.83 interventiegroep en 2.66 controlegroep) vrij groot. Echter, het verschil in gemiddelde fouten valt bij beide groepen buiten de s.d. wat dus eventueel een effect van de software laat zien. Helaas is het aantal gemaakte fouten dermate breed gespreid, waardoor hier ook de kans dat dit verschil in gemaakte fouten op toeval berust groot is. Hierdoor is dus ook niet met zekerheid te zeggen dat er een verband is tussen de software en het aantal combinatiefouten.

Het feit dat bijna alle leerlingen (Frans en wiskunde) meer fouten hebben gemaakt, zou te maken kunnen hebben met het feit dat de interventieperiode te kort geweest is. Uit onderzoek (o.a. Schmidt 1990, Baddeley 1990) blijkt namelijk dat als leerlingen 'oude' stof gaan herhalen, ze weer gefocust worden op (in dit geval) de grammaticale regels of het verschil combinatie/permutatie. Voorheen pasten ze deze regels 'op gevoel' toe, waardoor ze niet bewust met hun fouten bezig waren. Als de oude stof weer herhaald wordt, worden leerlingen zich bewust van de fouten waardoor ze meer over de stof gaan nadenken. Hierdoor twijfelen ze in het begin meer, waardoor er meer fouten worden gemaakt. Wij verwachten dan ook dat als de interventieperiode langer geweest zou zijn, de stof beter gememoriseerd wordt en dat meer leerlingen minder fout zullen maken in de nameting.

Wat betreft de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten, zou het afnamemoment van de voor- en nametingen een factor van invloed kunnen zijn. Zo heeft bijvoorbeeld bij Frans de controlegroep de metingen in de ochtend gedaan en de interventiegroep in de middag. Vermoeidheid van de participanten zou het resultaat kunnen hebben beïnvloed. Daarnaast is de motivatie van de leerlingen van belang geweest: in de interventiegroep zitten een paar leerlingen waarvan de motivatie voor het vak Frans niet hoog is. In de controlegroep zou dit ook het geval kunnen zijn, waardoor de resultaten beïnvloed kunnen worden. Ook het relatief kleine aantal participanten bij zowel Frans als wiskunde zou de representativiteit van de resultaten in twijfel kunnen trekken.

Daarnaast is het feit dat er bij wiskunde meer vragen zijn afgenomen in de nameting t.o.v. de voormeting van invloed op de resultaten, omdat leerlingen sneller moe worden bij

meer vragen en de motivatie kan dalen. Tevens zit in de interventiegroep een leerling die 4vwo voor de tweede keer doet. Zeker in een kleine onderzoeksgroep kan de voorkennis van deze leerling van invloed zijn op de resultaten.

§6: Relevantie voor de praktijk

Aangezien onze onderzoeksvragen niet beantwoord kunnen worden, kunnen wij op dit moment niets zeggen over de relevantie van het onderzoek. Het onderzoek laat nog teveel methodologische fouten zien, waardoor de data hoogstwaarschijnlijk op toeval berust is.

§7: Persoonlijke reflectie

Na dit onderzoek uitgevoerd en gerapporteerd te hebben, reflecteren wij terug op het proces van uitvoering. Een sterk punt van ons onderzoek is de literatuuronderbouwing die in het verslag verwerkt is waardoor de eerste twee paragrafen niet veel problemen opleverden. Echter, in de interventiefase van het onderzoek zijn wij erachter gekomen dat de interventieperiode te kort geweest is om een goed, betrouwbaar resultaat te verkrijgen. Daarnaast was het heel lastig om goede onderzoeksgroepen te vormen, omdat het onderzoek in relatief korte tijd uitgevoerd moest worden. Daardoor waren de onderzoeksgroepen te klein om representatief te zijn voor het resultaat.

Daarnaast was het wennen om op een andere manier een onderzoeksrapportage te maken dan dat ik (Marco) binnen de taalwetenschap gewend ben. Hierdoor moesten er een aantal aanpassingen plaatsvinden in de eerste versie.

Voor zowel Marco als Lida geldt dat wij veel van het onderzoek geleerd hebben, zeker op het gebied van data-analyse, hetgeen voor mij (Marco) goed van pas komt voor verder onderzoek dat ik ga verrichten. Ik (Marco) had gehoopt dat dit onderzoek een gedegen uitkomst bood waarop ik verder onderzoek zou kunnen baseren, maar aangezien dit niet het geval is, is dit voornamelijk een leermoment voor onderzoek geweest (zoals langere interventieperiodes, grotere onderzoeksgroepen, data veel meer analyseren etc.).

Referentielijst

Audring, J. (2006). *Pronominal gender in spoken Dutch* In: *Journal of Germanic Linguistics* 18, p. 85 – 116, Amsterdam.

- Ayoun, D. (2007). *The Second language acquisition of grammatical gender and agreement* In: D. Ayoun (ed.), *French Applied Linguistics*, p. 130 – 170, Benjamins, Amsterdam.
- Baddeley, A. (1990). *Human memory*, London: Lawrence Erlbaum Associates, London.
- Bartning, I. (2000). *Gender Agreement in L2 French: Pre-advanced vs. advanced learners* In: *Studia Linguistica*, p. 225-237, Stockholm.
- van Beuningen, C.G. (2011). *The effectiveness of comprehensive corrective feedback in second language writing*, proefschrift ACLC Amsterdam, BOXpress, Oisterwijk.
- Bieseeman, K. (2005). *Les correcteurs d'orthographe et leur utilité didactique : analyse de productions d'apprenants de FLE*, K.U. Leuven (mémoire de master), Leuven.
- Blom, E., D. Polišenská & F. Weerman (2008). *Articles, adjectives and age of onset: The acquisition of Dutch grammatical gender* In: *Second Language Research*, p. 297-331, Amsterdam.
- Bruhn de Garavito, J. & L. White (2002). *The Second Language acquisition of Spanish DPs : The status of grammatical features* In: A.-T. Pérez-Leroux & J. Liceras (eds.) *The acquisition of Spanish Morphosyntax: the L1/L2 connection*, p. 153-178, Kluwer, Dordrecht.
- Burston, J. (2008). *Bon Patron: an online spelling, grammar and expression checker* In: *CALICO Journal*, 25 (2), p. 337 – 347, Cyprus.
- Cornips, L. & A. Hulk (2008). *Factors of success and failure in the acquisition of grammatical gender in Dutch* In: *Second Language Research*, p. 267-295, Amsterdam.
- Decorte, E., L. Verschaffel (1991). *Some factors influencing the solution of addition and subtraction word problems* In: K. Durkin & B. Shire (eds.), *Language in Mathematical Education: Research and Practice*, Open University Press, Milton Keynes.
- Deinum, J.F. (2002). *Leereffecten van laptops in het onderwijs* In: J.F. Deinum et al. (red.) *Werken aan de kwaliteit van het onderwijs in de betavakken*, Groningen.
- Dodigovic, M. (2005). *Artificial Intelligence in second language learning: raising error awareness*, Clevedon, Multilingual matters.
- Drijvers, P. (2007). *Instrument, orkest en dirigent, een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs* In: *Pedagogische Studiën* 84 (5), p. 358 – 374, Groningen.
- Drijvers, P., A. van Streun & B. Zwanenveld (2012). *Handboek wiskundedidactiek*, Epsilon, Utrecht.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*, Reidel, Dordrecht.
- Granger, S., F. Meunier (1994). *Towards a grammar checker for learners of English* In: U. Fries, G. Tottie & P. Schneider (eds.), *Creating and using English learner corpora: papers*

from the fourteenth international conference on English Language Research on computerized corpora, Zurich 1993, p. 79 – 91, Rodopi, Amsterdam.

Granger, S., E. Dagneaux, F. Meunier (eds.) (2002). *International corpus of learner English*, Louvain, UCL.

Hacquebord, H. (1989). *Tekstbegrip van Turkse en Nederlandse leerlingen in het voortgezet onderwijs*, Foris Publications, Dordrecht.

Hacquebord, H., B. P. Stellingwerf (2004). *Woordenschattoets: een taal- of een leesprobleem, of beide?* In: Toon, p. 20 – 24, Groningen.

Hawkins, R. & F. Franceschina, (2004). *Explaining the acquisition and non-acquisition of determiner-noun gender concord in French and Spanish* In: P. Prévost & J. Paradis (eds.), *The acquisition of French in different contexts*, p. 175-205, Benjamins, Amsterdam.

Hajer, M., T. Meestringa (1995). *Schooltaal als struikelblok*, Coutinho, Bussum.

Heid, M.K. (1988). *Resequencing skills and concepts in applied calculus using the computer as a tool* In: *Journal for Research in Mathematics Education*, 19 (1), p. 3 – 25, Reston.

Heift, T., M. Schulze (2007). *Errors and intelligence in computer-assisted language learning*, New York.

Helwig, R. (1999). *Reading as an access to mathematics problem solving on multiple-choice tests for sixth-grade students* In: *Journal of Educational Research*, 93, p. 113 – 126, Oregon.

Kanselaar, G., W. van Dooren & L. Verschaffel (2007). *Wiskunde en ICT een discussiebijdrage* In: *Pedagogische studiën*, 84, p. 418 – 427, Groningen.

Kieran, C., P. Drijvers (2006). *The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra* In: *International Journal of computers for mathematical learning*, 11 (2), p. 205 – 263.

Kieran, C., C. Damboise (2007). *How can we describe the relation between the factored form of these trinomials? We don't even know if our paper-and-pencil factorizations are right: The case for Computer Algebra Systems (CAS) with weaker algebra students* In: J. Woo, H. Lew, K. Park, D. Seo (Eds.), *Proceedings of the 31st conference of the international group for the psychology of mathematics education*, 3, p. 105 – 112, Seoul.

Kintsch, W., J. Greeno (1985). *Understanding and solving word arithmetic problems* In: *Psychological Review*, 92 (1), p. 109 – 129, Colorado.

Krulik, S. (1980). *To read or not to read: That's the question!* In: *The Mathematics Teacher*, 73, p. 248 – 252, Virginia.

Lado, R. (1957). *Linguistics across cultures, applied linguistics language teachers*, Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

- Lardiere, D. (2005). *On morphological competence* In: Laurent Dekydtspotter et al. (eds.) Proceedings of the 7th generative approaches to second language acquisition conference (GASLA 2004), p. 178-192, Somerville, MA: Cascadilla Proceedings Project.
- Lewis Rena, B. et al. (1999). *Improving the writing skills of students with learning disabilities: Are word processors with spelling and grammar checkers useful?* In: Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal, p. 87 – 98, Arizona.
- Long, M.H. (1991). *Focus on Form: A design feature in language teaching methodology* In: K. de Bot et al., Foreign language research in cross-cultural perspectives, Amsterdam.
- Mayer, R. E. (1992). *Cognition and instruction: On their historic meeting within educational psychology* In: Journal of Educational Psychology, 84, p. 405 – 412, California.
- Mejer, J., E. Eck (2008). *Leren met meer effect. Rapportage van het onderzoek*, Amsterdam.
- Moscato V. & L. Rizzi (2011). *A typology of agreement processes and its implications of language development*, congress Going Romance XXV, Utrecht, 8-10 december 2011.
- Nadasdi, T., S. Sinclair (2007). *Anything I can do, CPU can do better: A comparison of human and computer grammar correction for L2 writing using BonPatron.com*, Dublin.
- O'Regan, B. et al. (2010). *From spell, grammar and style checkers to writing aids for English and French as a foreign language: Challenges and opportunities* In: Revue française de linguistique appliquée, p. 67 – 84, Lille.
- Pea, R. (1987). *Cognitive technologies for mathematics education* In: A. H. Schoenfeld (ed.), Cognitive Science and Mathematics Education, p. 89 – 122, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Pienemann, M. (1989). *Is language teachable? Psycholinguistic experiments & hypotheses* In: Applied Linguistics 10-1, p. 52 – 97, Sydney.
- Prenger, J. (2005). *Taal telt ! Een onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en tekstbegrip in het realistisch wiskundeonderwijs* In: Dissertations in Linguistics, 57, Groningen.
- Robert, P., J. Simons (2002). *Digitale didactiek, hoe (kunnen) academici leren ICT te gebruiken in hun onderwijs*, Utrecht.
- Schmidt, R. (1990). *The role of consciousness in second language acquisition* In: Applied Linguistics, 11 (1), p. 192 – 158.
- Swain, M. (1985). *Communicative competence: some roles of comprehensible input and comprehensible output and its development* In: C. Gass, C. Madden (eds.), Input in second language acquisition, p. 235 – 253, Rowley, MA: Newbury House.
- Swain, M. (1993). *The output hypothesis: just speaking and writing aren't enough* In: The Canadian Modern Language Review, 50 (2), p. 158 – 164.

Tschichold, C. (1999a). *Intelligent grammar checker for CALL* In: M. Schulze, M.-J. Hamel, J. Thomson (eds), *Language Processing in CALL*. ReCALL special publication (Proceedings of a one-day conference 'Natural language processing in computer assisted language learning' held at UMIST, May 9, 1998, Organised by the center of computational linguistics, UMIST, in association with EUROCALL), p. 5 – 11, Hull, CTICML.

Tschichold, C. (1999b). *Grammar checking for CALL: Strategies for improving foreign language checkers* In: K. Cameron (ed.), *Computer assisted language learning*, p. 203 – 222, Lisse, Swets & Zeitlinger.

Tschichold, C. (2003). *Lexically driven error detection and correction* In: *CALICO Journal*, 20 (3), p. 549 – 559.

Van der Velde, M. (2003). *Déterminants et pronoms en néerlandais et en français: syntaxe et acquisition*, Proefschrift, Paris 8.

Wei, Y.H., G. Davies (1997). *Do grammar checkers work?* In: J. Kohn, B. Ruschoff, D. Wolff (eds.), *New Horizons in CALL: Proceedings of EUROCALL 96*, Szombathely (Hungary), Daniel Berzsenyi College.