



Faculteit Letteren en Wijsbegeerte
Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen

Master in de Meertalige Professionele Communicatie

Werkwoordspelling cognitief bekeken

Procesanalyse van de productie van
werkwoorduitgangen in het Nederlands

Goedele Van Loon

Promotor: Prof. Dr. L. Van Waes

Academiejaar 2011-2012

© Copyright: Universiteit Antwerpen

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(es) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen tot of informatie i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, neemt u contact op met Universiteit Antwerpen, Master in de Meertalige Professionele Communicatie, Prinsstraat 13, 2000 Antwerpen (België) | mpc@ua.ac.be

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(es) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in dit afstudeerwerk beschreven (originele) methoden of producten en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

© Copyright: Universiteit Antwerpen

Without written permission of the supervisor(s) and the authors it is forbidden to reproduce or adapt in any form or by any means any part of this publication. Requests for obtaining the right to reproduce or utilize parts of this publication should be addressed to Universiteit Antwerpen, Master in de Meertalige Professionele Communicatie, Prinsstraat 13, 2000 Antwerpen (België) | mpc@ua.ac.be

A written permission of the supervisor(s) is also required to use the (original) methods or products, and for submitting this publication in scientific contests.

Voorwoord

Met dit onderzoek heb ik een boeiend maar ook lang en intensief traject afgelegd. Dit had ik niet tot een goed einde kunnen brengen zonder de hulp van volgende personen, die ik hartelijk wil bedanken:

Mijn promotor Luuk Van Waes, voor de begeleiding en de fijne samenwerking; het Kardinaal Van Roey-instituut, en in het bijzonder Bea Vanvooren, voor het ter beschikking stellen van lesuren voor het experiment; Erik Umans, voor het gebruik van zijn geluidsapparatuur en het assisteren bij de geluidsopnames; en alle proefpersonen, voor hun medewerking.

Zeer in het bijzonder wil ik mijn vriend Michael Mons bedanken, voor alle hulp en steun van begin tot eind.

Goedele Van Loon, augustus 2012

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	1
1.1. Theoretische achtergronden.....	2
1.1.1. De systematiek van dt-fouten.....	2
1.1.2. Waarom pauze-analyse?.....	4
1.1.3. Waarom eyetracking?.....	6
1.2. Onderzoeksvragen	8
1.2.1. Experiment 1	8
1.2.2. Experiment 2	8
2. Methode.....	9
2.1. Experiment 1	9
2.1.1. Operationalisering.....	9
2.1.2. Ontwerp	11
2.1.3. Participanten en procedure	13
2.1.4. Verwerking.....	13
2.1.5. Analyse	18
2.2. Experiment 2	19
3. Resultaten experiment 1	20
3.1. Product.....	20
3.1.1. Inleiding.....	20
3.1.2. Enkelvoudige effecten	20
3.1.3. Interactie-effecten.....	21
3.2. Proces.....	26
3.2.1. Inleiding.....	26
3.2.2. Het pauzepatroon	27
3.2.3. Enkelvoudige effecten	29
3.2.4. Interactie-effecten.....	35
3.3. Conclusie bij experiment 1.....	46
3.3.1. Product.....	46
3.3.2. Proces	47

4. Resultaten experiment 2	52
4.1. Inleiding	52
4.2. Ontleding	53
4.3. Analyse	55
4.3.1. Inleiding	55
4.3.2. Grote afstand	55
4.3.3. Kleine afstand	60
4.4. Conclusie bij experiment 2	65
5. Conclusie en discussie	66
5.1. Inleiding	66
5.2. Onderzoeksvragen	66
5.3. Beperkingen	67
5.4. Suggesties	68
6. Referentielijst	69

Bijlagen

Bijlage 1: Werkwoordfrequenties van de gebruikte werkwoorden, volgens de SUBTLEX-NL database

Bijlage 2: Overzicht van de zinnen gebruikt in de dictees

Bijgevoegd: Cd-rom

Samenvatting

De zonder twijfel beruchtste spellingfouten in het Nederlands, zijn dt-fouten. Professor Sandra van de Universiteit Antwerpen deed uitgebreid onderzoek naar dit fenomeen en identificeerde verschillende variabelen die de kans op het maken van dt-fouten verhogen. Het gaat onder andere om de afstand tussen het werkwoord en het onderwerp, en homofoon dominantie. Homofoon dominantie is het effect dat optreedt wanneer de ene homofone werkwoordvorm frequenter voorkomt dan de andere. Een klassiek voorbeeld is het frequentieverschil tussen *wordt* en *word*. Doordat het woordbeeld van de hoogfrequente vorm prominenter aanwezig is in het mentale lexicon, dringt deze spellingswijze zich op, waardoor de kans op een dt-fout verhoogt wanneer de laagfrequente vorm de beoogde vorm was.

In zijn onderzoek neemt Sandra het uiteindelijke taalproduct als uitgangspunt, namelijk de foutenpatronen afhankelijk van verschillende variabelen. Wij kozen voor een andere invalshoek, en namen in dit onderzoek het schrijfproces onder de loep. Door het schrijfproces te analyseren, wilden we de cognitieve processen die aan de basis liggen van de productie van homofone werkwoordvormen achterhalen. We ontwierpen een experiment dat het effect van de door Sandra geïdentificeerde variabelen op het schrijfproces zou kunnen achterhalen. We onderzochten de variabelen afstand, frequentie, dominantie en correctheid. De gebruikte onderzoeksmethode was keystroke logging, een computertoepassing waarbij toetsaanslagen en andere gegevens tijdens het schrijven op een computer geregistreerd worden. Met behulp van keystroke logging konden we de pauzetijden bij het produceren van homofone werkwoordvormen registreren. Pauzes zijn een veelgebruikte indicator voor cognitieve processen, zowel bij de studie van gesproken als van geschreven taalproductie. Pauzes wijzen immers op mentale activiteit. Wat deze mentale activiteit precies inhoudt, moet altijd geïnterpreteerd worden. In een case study verkenden we de complementaire mogelijkheden van eyetracking, het registreren van oogbewegingen op een computerscherm, voor de interpretatie van de pauzetijden die we vaststelden in het keystroke logging-experiment.

De resultaten wezen uit dat alle onderzochte variabelen significante effecten hadden op de pauzetijden bij de productie van homofone werkwoordvormen. De pauzetijden leken bovendien goede indicatoren te zijn voor de onderliggende cognitieve processen. De case study wees bovendien uit dat oogbewegingonderzoek zeker kan zorgen voor een nauwkeurigere interpretatie van de cognitieve processen. Bovendien bleek dat oogbewegingen cognitieve processen kunnen blootleggen die zeer moeilijk of zelfs helemaal niet te achterhalen zijn door middel van pauze-analyse.

1. Inleiding

Hoewel de werkwoordspelling in het Nederlands relatief eenvoudig is, maken we allemaal wel eens fouten tegen de beroemde dt-regel. Professor Sandra van de Universiteit Antwerpen deed uitgebreid onderzoek naar dit fenomeen. Hij stelde vast dat dt-fouten niet willekeurig optreden, maar volgens een bepaald patroon. Er zijn namelijk verschillende factoren die de kans op het maken van dt-fouten verhogen. Met dit onderzoek willen we op basis van het onderzoek van Sandra nagaan of er in het schrijfproces sporen terug te vinden zijn die zijn bevindingen bevestigen. In een eerste experiment analyseren we met behulp van het keystroke logging-programma Inputlog (Leijten & Van Waes, 2006) de pauzetijden tussen toetsaanslagen bij de productie van werkwoordvormen die vatbaar zijn voor dt-fouten. We verwachten immers dat het pauzegedrag een beeld kan geven van de cognitieve processen die een rol spelen bij werkwoordspelling. Met een tweede experiment, een case study, verkennen we de mogelijkheden van eyetracking-onderzoek, een methode waarbij geregistreerd wordt naar welk punt op het computerscherm een persoon kijkt. Door te achterhalen op welk punt in de zin de schrijver zijn aandacht richt bij de productie van werkwoordvormen, hopen we een aanvullende duiding te kunnen geven aan het pauzegedrag dat we vaststellen in het eerste experiment.

In dit eerste deel (*1. Inleiding*) gaan we in op de belangrijkste theoretische achtergronden van het onderzoek. In het tweede deel (*2. Methode*) bespreken we het ontwerp en uitvoering van beide experimenten, waarna in het derde en vierde deel de resultaten van beide experimenten worden besproken (*3. Resultaten experiment 1* en *4. Resultaten experiment 2*). Bij experiment 1 maken we het onderscheid tussen de foutenproductie enerzijds (*3.1. Product*) en het schrijfproces anderzijds (*3.2. Proces*). Bij elk van de experimenten wordt een tussentijdse conclusie gegeven. We sluiten af met een algemene conclusie en discussie (*5. Conclusie en discussie*).

1.1. Theoretische achtergronden

In wat volgt gaan we in op de theoretische achtergronden die aan de basis liggen van ons onderzoek. In de eerste plaats geven we een overzicht van het onderzoek van Sandra met betrekking tot dt-fouten en homofondominantie (1.1.1. *De systematiek van dt-fouten*). In de tweede plaats bespreken we de methodologie en theorievorming met betrekking tot schrijffprocesonderzoek en pauze-analyse (1.1.2. *Waarom pauze-analyse?*). Ten slotte gaan we in op de methodologie en theorievorming met betrekking tot eyetracking-onderzoek (1.1.3. *Waarom eyetracking?*).

1.1.1. De systematiek van dt-fouten

Professor Sandra van de Universiteit Antwerpen publiceerde in 1999, samen met Frisson en Daems, een eerste studie rond de systematiek van dt-fouten. In die studie stelden zij vast dat de afstand tussen onderwerp en vervoegd werkwoord, alsook de relatieve frequentie van homofone werkwoordvormen, het foutenpatroon bij homofone werkwoordvormen beïnvloeden. In wat volgt bespreken we deze beide factoren. Vervolgens gaan we in op Sandra's verklarende theorie van het mentale lexicon. Ten slotte bespreken we kort het recentere onderzoek van Sandra, dat het lezen in plaats van het schrijven van homofone werkwoordvormen als uitgangspunt neemt.

Afstand

Sandra, Frisson en Daems (1999) stelden vast dat dt-fouten niet willekeurig optreden maar volgens een vast patroon. Sandra et al. observeerden dat de afstand tussen het onderwerp en de werkwoordvorm de kans op dt-fouten verhoogt. Wanneer zich enkele woorden tussen het onderwerp en de werkwoordvorm bevinden, treden er meer fouten op dan wanneer deze elementen net na elkaar voorkomen. Dat effect is terug te voeren op het werkgeheugen. Het onderwerp van een zin bevat de informatie die nodig is om het juiste suffix te selecteren voor het vervoegde werkwoord. Bij een grote afstand ondervindt de schrijver moeilijkheden om de spellingsregel toe te passen, omdat de noodzakelijke informatie die het onderwerp bevat niet meer beschikbaar is in het werkgeheugen. Sandra en Van Abbeneyen (2009) stelden bovendien vast dat de kans op fouten groter is wanneer het onderwerp na de werkwoordvorm verschijnt dan wanneer het onderwerp voor de werkwoordvorm staat.

Frequentie

Naast afstand identificeerden Sandra et al. (1999) ook frequentie als bepalende factor bij het maken van dt-fouten. In situaties waar twee homofone werkwoordvormen bestaan waarvan de ene spellingswijze frequenter voorkomt dan de andere, treden bij de laagfrequente vorm (LF) meer fouten op dan bij de hoogfrequente vorm (HF). Dat komt omdat de taalgebruiker vertrouwer is met het orthografische patroon van de HF dan dat van de LF, waardoor de HF intrusies veroorzaakt wanneer de LF de beoogde vorm is. Een klassiek voorbeeld is *wordt* versus

word. De kans op een dt-fout is groter bij het laagfrequente *word* dan bij het hoogfrequente *wordt*, omdat het meer vertrouwde orthografische patroon van *wordt* zich aan de schrijver opdringt. Dit fenomeen noemt Sandra homofondominantie. Sandra (2010) bevestigde dat homofondominantie wel degelijk het gevolg is van een frequentie-effect en niet het gevolg van recentheid. Volgens deze alternatieve theorie houden taalgebruikers niet bij hoe vaak ze een bepaald spellingspatroon lezen of schrijven, maar onthouden ze in de plaats daarvan impliciet welke vorm ze het laatst tegenkwamen. De HF heeft meer kans om als laatste gezien te worden, eenvoudigweg omdat hij vaker voorkomt, waardoor het zou lijken dat homofondominantie veroorzaakt wordt door frequentie, terwijl het eigenlijk een effect zou zijn van recentheid. Sandra (2010) weerlegde deze theorie. Sandra en Van Abbeneyen (2009) stelden bovendien vast dat de invloed van frequentie plaatsgrijpt over verschillende grammaticale categorieën heen. De vertrouwdheid met het orthografische patroon van een werkwoordvorm is namelijk groter indien datzelfde patroon ook voorkomt als zelfstandig naamwoord of adjectief dat van het werkwoord is afgeleid, zoals bij *bloed* en *brand*. Door de grotere vertrouwdheid met de d-vorm, treden er meer intrusies op bij de homofone dt-vorm.

Het mentale lexicon

Sandra et al. (1999) leidden uit het frequentie-effect af dat werkwoordvormen als aparte elementen opgeslagen zijn in het mentale lexicon. In principe is dat niet noodzakelijk, omdat de taalgebruiker deze vormen op een eenvoudige manier kan genereren door toepassing van de spellingsregels. Sandra (2010) onderzocht of er naast het mentale lexicon een alternatieve verklaring voor homofondominantie mogelijk is. De oorzaak kan namelijk ook gezocht worden bij de frequentie waarmee een stam gecombineerd wordt met een suffix. In tegenstelling tot het mentale lexicon-model, gaat het hier niet om de frequentie van het gebruik van een lexicale vorm, maar om de frequentie waarmee een werkwoordstam gecombineerd wordt met een specifiek suffix. Om dit regelgebaseerde model te weerleggen, toonde Sandra (2010) aan dat homofondominantie ook optreedt op het sublexicale niveau. Voorbeelden hiervan zijn niet-bestaande vormen zoals *wastte* en *lachtte*, die intrusie ondervinden door vormen als *tastte* en *wachtte*. Dit fenomeen is niet compatibel met een regelgebaseerd verklaringmodel, omdat deze onbestaande vormen onmogelijk het resultaat kunnen zijn van frequentiegevoelige associatieve verbindingen tussen stam en suffix. Op basis daarvan besluit Sandra dat het model van het mentale lexicon het meest waarschijnlijke is.

Dubbele valkuil

Sandra en Van Abbeneyen (2011) stelden vast dat homofondominantie niet alleen optreedt bij het spellen, maar ook bij het lezen van werkwoordvormen. Dat verklaart waarom dt-fouten moeilijk opgemerkt worden bij het (na)lezen van een tekst. Intrusies van de vertrouwde, hoogfrequente vorm blijven vaker onopgemerkt dan intrusies van de minder vertrouwde, laagfrequente vorm. Sandra en Van Abbeneyen noemen dit de 'dubbele valkuil voor dt-fouten': zowel bij het spellen als bij het nalezen zorgt homofondominantie voor moeilijkheden bij de correcte spelling van de werkwoordvormen.

1.1.2. **Waarom pauze-analyse?**

Sandra neemt in zijn onderzoek het taalproduct als uitgangspunt. Met dit onderzoek kiezen we voor een andere, complementaire invalshoek: in plaats van het product analyseren we het proces, meer bepaald de pauzetijden tijdens het produceren van werkwoordvormen. De keuze voor procesanalyse en pauzeanalyse sluit aan bij eerder onderzoek van zowel gesproken als geschreven taalproductie. Pauzes en andere onregelmatigheden in taalproductie zouden wijzen op de mentale processen die aan de basis van de taalproductie liggen (Wengelin, 2006). In wat volgt bespreken we eerst de methode keystroke logging en het door ons gebruikte keystroke logging-programma Inputlog. Vervolgens gaan we in op pauze-analyse en wat pauzes ons kunnen vertellen over cognitieve processen. Ten slotte bespreken we de theoretische en methodologische problematiek van de definiëring van een pauze, alsook de verschillende contexten waarbinnen pauzes onderzocht kunnen worden.

Keystroke logging

Keystroke logging is een methode waarbij de activiteit van het schrijven geregistreerd wordt terwijl de schrijver de tekst creëert op een computer. De nadruk ligt dus op het schrijfproces en niet op het eindproduct. De methode van keystroke logging stelt de onderzoeker in staat om alle activiteiten zoals toetsaanslagen en muisbewegingen te registreren en nadien te raadplegen voor analyse.

Keystroke logging kent zijn oorsprong in de cognitieve benadering van schrijven. Dit soort onderzoek zoekt sterk aansluiting bij de cognitieve psychologie, een discipline die de mentale processen onderzoekt die aan de basis liggen van complexe mentale activiteiten. Schrijven wordt binnen dit perspectief beschouwd als een exemplarische vorm van menselijk denken. De analyse van het schrijfproces en de onderliggende cognitieve processen zou zelfs inzicht kunnen verschaffen in de aard van het denken op zich. Het schrijfproces omvat immers een reeks hiërarchisch geordende cognitieve handelingen zoals het verzamelen, genereren en organiseren van ideeën, het omzetten van die ideeën in een tekst, en het controleren van zowel de ideeën als het eindproduct. Ook het oplossen van problemen en het maken van beslissingen zijn deel van de activiteit van het schrijven (Miller & Sullivan, 2006). Het meest bekende werk in verband met de theorievorming rond het cognitieve model van het schrijfproces, is dat van Flower en Hayes (1980, 1981).

In deze studie maken we gebruik van het keystroke logging-programma Inputlog (Leijten & Van Waes, 2006). Inputlog verschilt van andere keystroke logging-programma's omdat het schrijfproces geregistreerd kan worden in de 'natuurlijke' Windows-omgeving van de wordprocessor MS Word. Andere functies van Inputlog zijn het genereren van databestanden voor verschillende soorten analyses zoals statistische analyses en pauze-analyses; en het afspelen van de opgenomen schrijfsessie. Ook spraakherkenning hoort tot de mogelijkheden van het programma.

Pauze-analyse en cognitieve processen

Een van de indicatoren van de onderliggende cognitieve processen van taalproductie, zowel gesproken als geschreven, zijn pauzes. Pauzologie, of het onderzoek naar de temporele aspecten van taalproductie, is een belangrijk studiedomein binnen de psycholinguïstiek, voornamelijk binnen de studie van gesproken taalproductie. De psycholinguïstiek maakt intensief gebruik van pauzologie in verschillende studiedomeinen, zoals spraakpathologie, afasiologie, en de studie van tweede taalverwerving. Naast o.a. spreesnelheid en articulatiesnelheid, zijn pauzes in dit soort onderzoek een belangrijke variabele. Er worden algemeen drie functies toegekend aan pauzes in gesproken taal, namelijk fysiologisch, retorisch en cognitief. De fysiologische functie van pauzes geeft de spreker (adem)tijd tussen de geproduceerde klanken, de retorische functie helpt de spreker om zijn boodschap te structureren en verstaanbaarder te maken voor zijn toehoorders. Vanuit het perspectief van geschreven taalproductie is de cognitieve functie de meest relevante, aangezien pauzes met deze functie de schrijver de tijd geven voor het plannen van de inhoud en vorm van de taalproductie. (Miller, 2006).

De studie van geschreven taalproductie vanuit een temporeel perspectief, heeft in de psycholinguïstiek veel minder aandacht gekregen dan die van de gesproken taal. Miller (2006) argumenteert dat de studie van de temporele aspecten van geschreven taalproductie een vruchtbaar onderzoeksdomein is. Uiteraard zijn er enkele belangrijke verschillen tussen gesproken en geschreven taalproductie. Schrijver en ontvanger zijn bij geschreven taalproductie zowel temporeel als ruimtelijk van elkaar verwijderd, waardoor er geen (tijds)druk is, noch voor de schrijver, noch voor de ontvanger. De schrijver hoeft bovendien zijn boodschap niet aan te passen aan feedbacksignalen van de ontvanger. De overeenkomst tussen sprekers en schrijvers is echter dat de communicatieve intentie moet omgezet worden in geproduceerde taal binnen een bepaalde tijdspanne. Daarbij worden drie procescomponenten onderscheiden, die niet lineair, maar cyclisch plaatsgrijpen: plannen, formuleren en reviseren. Van deze drie componenten is plannen de meest onderzochte, omdat het plannen niet enkel voorafgaat aan het formuleren, het is deel van het gehele schrijfproces. In het schrijfprocesonderzoek zijn pauzes de belangrijkste indicatoren voor het proces van het plannen, aangezien pauzes wijzen op mentale inspanningen van de schrijver. Pauzes zijn daarom een belangrijk onderzoeksobject bij de studie van onderliggende cognitieve processen. Enige omzichtigheid is echter aangewezen, aangezien pauzes slechts indirecte indicatoren zijn van cognitieve processen. Pauzes kunnen naast 'plannen' ook andere functies vervullen, zoals het nalezen en monitoren van de reeds geproduceerde tekst, en moeten dus steeds geïnterpreteerd worden (Miller, 2006).

Wat is een pauze?

Een belangrijk theoretisch probleem in pauze-analyse is de definiëring van wat een pauze precies is. In de gesproken taal zijn pauzes de stiltes tussen woorden, terwijl bij geschreven taal elke letter als afzonderlijk element geproduceerd wordt. Bijgevolg bevindt zich een potentiële pauze tussen alle opeenvolgende elementen. Meestal is het echter niet zinvol om elke transitietijd als pauze te beschouwen. Doorgaans wordt een pauze gedefinieerd als een

transitietijd die langer is dan de tijd die strikt nodig is om het volgende karakter te typen. In de praktijk komt dit erop neer dat de transitietijden die gelden als pauze op basis van het doel van het onderzoek vastgelegd worden. Een vaak gebruikte grens is 2 seconden (Wengelin, 2006). In ons onderzoek legden we echter geen grens vast, en bekeken we de transitietijden op zich en hoe die van elkaar verschillen onder verschillende omstandigheden.

Pauzes in geschreven taalproductie kunnen onderzocht worden binnen verschillende omgevingen of contexten. Deze contexten zijn afhankelijk van de linguïstische eenheden waartussen de transitietijden zich bevinden. Zowel in gesproken als in geschreven taalproductie zijn de transitietijden doorgaans langer tussen grotere eenheden zoals zinnen dan tussen kleinere eenheden zoals woorden. Hoe hoger het niveau van de tekstuele eenheid, hoe langer de transitietijden zijn. Wengelin gebruikt voor de verschillende contexten van pauzes de term micro-context: "the type of characters surrounding the transition in which we are interested" (Wengelin 2006, p. 114). Deze micro-contexten kunnen o.a. zijn: vóór het woord, binnen het woord, na het woord, vóór de zin, vóór het leesteken, na de zin (Wengelin, 2006).

Naast het microniveau van pauze-analyse is er ook het macroniveau. Het macroniveau omvat de verdeling van pauzes over de verschillende fases van het schrijfproces, en brengt in kaart *wanneer* pauzes zich voordoen in de totstandkoming van een tekst, en hoe lang die pauzes zijn afhankelijk van de fase waarin ze zich voordoen. Zo kan een schrijver bijvoorbeeld meer en langere pauzes nemen aan het begin van een schrijfsessie dan aan het einde ervan (Wengelin, 2006). In onze studie leggen we de focus op de micro-context, en onderzoeken we de transitietijden vlak vóór het homofone werkwoord, en binnenin het werkwoord.

1.1.3. Waaroner eyetracking?

Eyetracking is de methode die gebruikt wordt bij de studie van oogbewegingen. Rayner (1998) geeft een overzicht van het oogbewegingsonderzoek met betrekking tot lezen en de verwerking van informatie sinds de jaren 70. Het eerste onderzoek naar oogbewegingen vond reeds in de tweede helft van de 19^{de} eeuw plaats, maar het is pas sinds de jaren 70 van de 20^{ste} eeuw dat de eyetracking-toestellen in een technologische versnelling terechtkwamen. Oogbewegingen konden sinds deze ontwikkelingen preciezer en makkelijker geregistreerd worden. Deze registraties kunnen op verschillende manieren gebeuren, zoals door middel van oppervlakte-elektroden of speciale contactlenzen. Het toestel dat we in onze case study gebruikten, de Tobii TX100, maakt gebruik van infrarode signalen die een reflectie teweegbrengen op het hoornvlies van de proefpersoon.

Het doel van de studie van oogbewegingen is het blootleggen van de onderliggende cognitieve processen bij het verwerken van informatie. Oogbewegingen worden vaak geassocieerd met het richten van aandacht op een bepaald object. Meestal is het inderdaad noodzakelijk om onze ogen te bewegen om een object te kunnen identificeren. Toch is het ook mogelijk om de aandacht te richten zonder daarbij de ogen te bewegen. Dit is enkel het geval bij weinig complexe stimuli. Bij complexe cognitieve processen zoals lezen, is de verbinding tussen

aandacht en oogbewegingen erg sterk. Eyetracking is dus zeer geschikt voor de studie van schrijf- en leesprocessen.

Bij de studie van oogbewegingen wordt een onderscheid gemaakt tussen *saccades* en *fixaties*. Saccades is de term die gebruikt wordt voor de snelle oogbewegingen van het ene naar het andere punt. De momenten tussen de verschillende saccades, wanneer onze ogen op een punt rusten, worden fixaties genoemd. Tijdens saccades wordt er, als gevolg van de hoge snelheid van de oogbeweging, geen nieuwe informatie verwerkt. Dit fenomeen wordt *saccadic suppression* genoemd. Onderwerp van discussie is de vraag of ook cognitieve processen onderdrukt worden tijdens saccades. Echter, aangezien saccades slechts van zeer korte duur zijn, zou de onderdrukking van mentale activiteit zo goed als verwaarloosbaar zijn. Naast saccades worden ook andere oogbewegingen onderscheiden. Er zijn de achtervolging-oogbewegingen (*pursuit*) waarbij een bewegend object gevolgd wordt; vergentie-oogbewegingen (*vergence*) waarbij de ogen naar elkaar toe bewegen om te focussen op een object in de nabije omgeving; en vestibulaire oogbewegingen, wanneer de ogen bewegen om te compenseren voor hoofd- en lichaamsbewegingen, met als doel dezelfde kijkrichting te behouden. Bij de verwerking van informatie zijn saccades echter de meest relevante oogbewegingen (Rayner, 1998).

1.2. Onderzoeksvragen

1.2.1. Experiment 1

Pauzegedrag

In dit onderzoek analyseren we het schrijfproces bij homofone werkwoordvormen. We vermoeden dat er verschillen zullen optreden in het pauzepatroon in samenhang met twee factoren die Sandra identificeerde in zijn eerdere studies, namelijk de factoren frequentie en afstand. Daarmee samenhangend gaan we bovendien na of verschillende soorten dominantie (dt-dominant, d-dominant en gelijke frequentie van *-d* en *-dt*) een verschillend pauzepatroon teweegbrengen. We voegen ook correctheid toe als variabele, omdat we vermoeden een verschillend pauzegedrag vast te stellen bij foute versus correct geschreven vormen. De eerste onderzoeksvraag formuleren we als volgt:

1. In welke mate variëren de lengtes van pauzes bij het schrijven van homofone werkwoordvormen afhankelijk van de variabelen dominantie, frequentie, afstand en correctheid?

Cognitieve processen

Door het pauzegedrag te analyseren, hopen we een beeld te verkrijgen van de cognitieve processen die een rol spelen bij de werkwoordspelling. Dit leidt ons tot de tweede onderzoeksvraag:

2. In welke mate zijn variaties in de lengte van pauzes een indicator voor de onderliggende cognitieve processen bij het schrijven van homofone werkwoordsvormen?

1.2.2. Experiment 2

In een case study verkennen we de complementaire mogelijkheden van eyetracking voor dit onderzoeksthema. We vermoeden dat we met dit onderzoeksinstrument verdere duiding kunnen geven aan de cognitieve processen die we in experiment 1 met behulp van keystroke logging proberen te achterhalen. Op basis van dit vermoeden formuleren we de derde onderzoeksvraag:

3. In welke mate zijn oogbewegingen bij het schrijven van homofone werkwoordvormen een indicator voor de onderliggende cognitieve processen die het pauzegedrag kenmerkt?

2. Methode

2.1. Experiment 1

2.1.1. Operationalisering

We maken het onderscheid tussen de analyse van de foutenproductie enerzijds, en het schrijfproces anderzijds. Bij de analyse van het product zijn dominantie, frequentie en afstand de onafhankelijke variabelen; het foutenpercentage is hier de afhankelijke variabele. Bij de analyse van het proces zijn dominantie, frequentie, afstand en correctheid de onafhankelijke variabelen; de pauzetijden zijn hier de afhankelijke variabelen. In de resultatensectie van experiment 1 maken we daarom ook het onderscheid tussen product en proces (3.1. *Product* en 3.2. *Proces*).

Afstand

De afstand tussen onderwerp en vervoegd werkwoord heeft een invloed op het maken van dt-fouten: bij een grotere afstand is de kans op fouten groter dan bij een kleine afstand (Sandra et al., 1999). In onze opstelling gebruikten we twee verschillende afstanden, namelijk 'groot' en 'klein', waarbij de grote afstand 7 woorden bedroeg, en de kleine afstand 0 woorden. Bij de afstand van 0 woorden gebruikten we telkens inversie, de werkwoordvorm ging onmiddellijk vooraf aan het onderwerp. Dit deden we omdat de werkwoordvorm anders vooraan in de zin zou voorkomen, wat mogelijk een effect zou hebben op het pauzepatroon. Bovendien hoopten we op basis van de vaststellingen van Sandra en Van Abbeneyen (2009) dat we bij inversie een hoger foutenpercentage zouden uitlokken.

Dominantie en frequentie

Een tweede variabele is de relatieve frequentie van de homofone werkwoordvormen. Wanneer de ene vorm een hogere frequentie heeft dan de andere, treden bij de laagfrequente vorm (LF) meer fouten op dan bij de hoogfrequente vorm (HF) als gevolg van intrusie door de meer vertrouwde hoogfrequente vorm (Sandra et al., 1999). Op basis van dit gegeven onderscheidde we drie groepen van werkwoorden: d-dominante werkwoorden, dt-dominante werkwoorden, en werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt*. Enkel werkwoordvormen met uitgang *-dt* versus *-d* werden geselecteerd. Vormen met uitgang *-d* versus *-t* werden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Bij d-dominante werkwoorden is de uitgang *-d* frequenter dan de uitgang met *-dt*; bij dt-dominante werkwoorden komt de uitgang met *-dt* vaker voor dan die met *-d*. Bij werkwoorden met gelijke frequentie komen beide vormen ongeveer even vaak voor. Bij die laatste groep werkwoorden was er dus geen HF en LF, de dominantie is er gelijk aan de frequentie. We maakten wel het onderscheid tussen de vorm met uitgang *-d* en uitgang *-dt*. We

selecteerden zes werkwoorden uit elk van de drie groepen en testten zowel de hoogfrequente als laagfrequente vormen. Bij de werkwoorden met gelijke frequentie testten we zowel de vorm met *-d* als met *-dt*.

We baseerden onze werkwoordselectie op de werkwoorden die gebruikt werden in de studie van Sandra et al. (1999), waarbij de set werd vastgelegd op basis van de CELEX database (celex.mpi.nl). Wij gebruikten enkel de werkwoorden uit deze set wanneer de frequentieverhoudingen bevestigd werden door de recentere SUBTLEX-NL database (crr.ugent.be/isubtlex). Dit is een recente database van Nederlandse woordfrequenties die gebaseerd is op ondertitels van film en televisie (Keuleers et al., 2010). Aan de op deze manier verkregen werkwoordenset voegden we nog enkele werkwoorden toe die we op basis van de SUBTLEX-database selecteerden. De frequenties (absoluut en per miljoen woorden) volgens de SUBTLEX-database, zijn opgenomen als bijlage (1). Tabel 1 toont de uiteindelijke werkwoordselectie.

Tabel 1

Werkwoordselectie; zes werkwoorden per dominantie (d-dominant, dt-dominant en gelijke frequentie)

D-dominant	Dt-dominant	Gelijke frequentie
begeleiden	rijden	verbreden
vermoorden	duiden	versmaden
verkleiden	worden	snijden
bevrijden	leiden	schelden
dulden	houden	bestrijden
aanvaarden	verslinden	verbieden

Correctheid

De data voor de variabele 'correctheid' baseerden we op de door Inputlog gegenereerde Wordlogs. Deze zijn het uiteindelijke product van het schrijfproces. Er waren vier mogelijkheden: de vorm werd juist, fout, afwijkend, of helemaal niet geschreven. De afwijkende vormen en ontbrekende vormen werden niet opgenomen in de analyse. Bij de analyse van de foutenproductie is correctheid (juist of fout) de afhankelijke variabele, waarbij we de effecten van dominantie, frequentie en afstand nagaan. Bij de procesanalyse onderzoeken we het effect van correctheid op het pauzegedrag, namelijk of er verschillen zijn in pauzegedrag tussen werkwoorden die correct gespeld werden en werkwoorden die foutief gespeld werden. Bij de procesanalyse is correctheid met andere woorden een onafhankelijke variabele.

Aanvullend: Regelkennis en zelfinschatting

Met behulp van een korte, schriftelijke dt-test met tien werkwoordvormen, onderzochten we in welke mate de proefpersonen de betreffende spellingsregel beheersten. Bij grote verschillen zouden we dan eventueel kunnen nagaan of er een verschillend pauzepatroon optreedt bij goede versus slechte regelkennis. Daarnaast gingen we ook de zelfinschatting van de

proefpersoon na. Bij grote verschillen in de zelfinschatting van de eigen spellingscapaciteiten, zouden we kunnen nagaan of het schrijfproces hierdoor beïnvloed werd. Hiervoor vroegen we de proefpersonen zichzelf een cijfer op 10 te geven voor het dictee dat ze schreven.

2.1.2. Ontwerp

Zinnen

Door de variabelen afstand en frequentie te combineren, verkregen we vier verschijningsvormen per werkwoord: (1) HF - kleine afstand, (2) HF - grote afstand, (3) LF - kleine afstand en (4) LF - grote afstand. Bij de werkwoorden met gelijke frequentie maakten we het onderscheid tussen de vorm met uitgang *-d* en uitgang *-dt*. Voor elk van de 18 geselecteerde werkwoorden ontwierpen we vier zinnen die deze vier verschijningsvormen representeerden. We brachten variatie aan op basis van afstand en frequentie, terwijl de andere elementen van de zin zo veel mogelijk constant gehouden werden. Elke zin bevatte ook een of meer afleiders: moeilijke woorden die de aandacht moesten afleiden van de dt-werkwoorden. Tabel 2 toont een voorbeeld met het werkwoord *begeleiden* (d-dominant).

Tabel 2

Voorbeeld van het ontwerp van de dictee-zinnen, vier varianten op basis van frequentie en afstand

	HF	LF
Grote afstand	Die onsympathieke vrouw wil dat <u>ik</u> een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord begeleid .	Die onsympathieke vrouw wil dat <u>hij</u> een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord begeleidt .
Kleine afstand	Vandaag begeleid <u>ik</u> een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord.	Vandaag begeleidt <u>hij</u> een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord.

De zinnen werden vervolgens verdeeld over vier dictees, zodat elk werkwoord één keer voorkwam per dictee. We zorgden ervoor dat er een gelijkmatige verdeling was van de variabelen afstand en frequentie, zodat in elk dictee zowel zinnen met grote als met kleine afstand, en zowel werkwoordvormen met hoge en lage frequentie voorkwamen. Omdat het zou opvallen wanneer elke zin een dt-werkwoord bevatte, namen we ook twaalf afleiders op: zinnen zonder een dt-werkwoord en met veel moeilijke woorden, die over de dictees verspreid werden. Dit leverde vier dictees met elk dertig zinnen op. Een overzicht van de gebruikte zinnen is opgenomen als bijlage (2).

Geluidopnames

Van elk van de dictees werd een professionele geluidsofname gemaakt. Elke zin werd twee maal ingesproken: op een normaal tempo enerzijds, en een langzaam spreektempo anderzijds. Bij de langzame versie werden tussen de woordgroepen stiltes ingelast om de proefpersonen de tijd te geven om de zin te typen. Om ervoor te zorgen dat het leestempo zo goed mogelijk was - dus niet te traag en niet te snel - bewerkten we de geluidsbestanden achteraf met het computerprogramma Audacity (audacity.sourceforge.net). Op basis van een kleine pretest met twee proefpersonen maakten we de stiltes langer of korter. Een tweede pretest met vijftien proefpersonen wees uit dat het tempo voor de meeste proefpersonen geschikt was.

De plaatsing van de stiltes in de langzaam gelezen zinnen gebeurde niet willekeurig: omdat we het pauzegedrag in de omgeving van de werkwoordvormen wilden analyseren, was het belangrijk dat de stiltes bij het voorlezen niet onmiddellijk voorafgingen aan deze werkwoordenvormen. Dit deden we om te vermijden dat proefpersonen die snel typen, zouden moeten wachten tot het volgende woord gelezen werd. Vlak voor het werkwoord zou dit een langere pauze opleveren, maar deze pauze zou geen deel uitmaken van het natuurlijke schrijfproces. De oplossing was om de stiltes bij het voorlezen nooit vlak voor het relevante werkwoord te plaatsen. Dit heeft in sommige zinnen wel tot gevolg gehad dat de stiltes op een nogal onnatuurlijke plaats voorkwamen.

Dictees

De dictees bevatten naast de dertig zinnen ook andere elementen zoals een inleiding, stiltes tussen de elementen, en geluidsignalen. De vier dictees werden volgens een strakke opbouw samengesteld zodat ze nagenoeg identiek waren: de enige variatie was te vinden bij de werkwoordvormen. Aan het begin van elk dictee werd een korte gesproken inleiding geplaatst. Vervolgens werd elke zin twee maal afgespeeld: eerst op normaal spreektempo, dan langzaam. De proefpersonen kregen de instructie om bij de eerste keer enkel te luisteren, en pas bij de tweede keer te beginnen typen. Er werd bovendien gevraagd om geen uitgestelde correcties aan te brengen. Omdat de dictees een mentale inspanning zouden vergen, werd er na vijftien van de dertig zinnen een pauze ingelast door middel van een muziekje. Dit moest ervoor zorgen dat de concentratie van de proefpersonen niet te veel zou afnemen. De vier dictees werden samengebracht op een website (faerdon.com), waar de proefpersonen het voor hen geselecteerde dictee konden beluisteren. De online mp3-speler die we voor deze website gebruikten was Dewplayer van Alsacr ations (www.alsacreatations.com).

2.1.3. Participanten en procedure

Participanten

Er namen 77 proefpersonen deel aan het experiment. De proefpersonen waren allemaal leerlingen van het 6^{de} jaar Algemeen Secundair Onderwijs van verschillende studierichtingen. De leeftijd varieerde van 16 tot 18 jaar.

Procedure

Het experiment werd uitgevoerd in het Kardinaal van Roey-instituut in de gemeente Vorselaar. De pretest vond plaats op 13 februari 2012, het experiment op 28 februari en 1 maart 2012.

Elke leerling werkte individueel aan een computer en kreeg een blad met instructies die ook mondeling toegelicht werden door de onderzoeker. Om de leerlingen vertrouwd te maken met de werkwijze, lieten we hen eerst een kort proefdicteetje maken. Eventuele moeilijkheden konden dan nog verholpen worden alvorens het echte dictee van start ging. De proefpersonen startten hiervoor een Inputlog-sessie op, waarna ze de opname van het dictee lieten afspelen op de website. Na voltooiing van het dictee, vulden de leerlingen de dt-test in op papier en gaven zichzelf een cijfer op 10 voor het dictee. De hele procedure duurde ongeveer 40 minuten.

2.1.4. Verwerking

Het experiment leverde ons een reeks van 77 Inputlog-bestanden op. Elk Inputlog-bestand had een bijhorende Wordlog, dit was het uiteindelijke resultaat van het dictee dat de proefpersoon afleverde. Als eerste verkenning bekeken we elk van deze Wordlogs en noteerden we voor elke werkwoordvorm of de proefpersoon deze juist of fout; afwijkend (van de juiste of foute vorm); of helemaal niet noteerde. Dit waren de waardes voor de variabele 'correctheid'.

Voor elk van de Inputlog-bestanden voerden we vervolgens via de Analyze-functie van Inputlog een General Analysis uit. Deze General Analysis levert een reeks bestanden op waarbij alle events (zoals keystrokes en muisbewegingen) als ook de gegevens bij die events (zoals pauzetijden) in de vorm van rijen onder elkaar gepresenteerd worden. De omvang van onze dataverzameling was enorm: het ging om een totaal van 218768 events. De uitdaging was om in deze massa gegevens de voor ons relevante data te lokaliseren, te coderen, en op het niveau van de proefpersonen te aggregeren. In wat volgt bespreken we deze drie stappen.

Lokaliseren

We kozen ervoor om in dit onderzoek de pauzetijden onmiddellijk voor en na de werkwoordvormen, en de pauzetijden binnenin de werkwoordvormen, te analyseren. Elke leerling schreef 30 zinnen, waarvan maar 18 voor ons relevante werkwoordvormen. Het gaat dus om een zeer beperkt aantal events uit de lange lijst data die de dictees opleverden. In de eerste plaats moesten deze events opgespoord worden. We voegden alle General Analysis-

bestanden samen met behulp van de Merge-functie van Inputlog, en importeerden het resulterende Merge-bestand in Microsoft Excel 2007. We ontwierpen vervolgens een reeks functie-code die de betreffende werkwoordvormen moest lokaliseren. We probeerden hiervoor twee methodes uit. Bij de eerste methode baseerde de functie-code op het opsporen van specifieke digrafen die elkaar in een bepaalde volgorde opvolgden, namelijk de digrafen waaruit de verschillende werkwoordvormen opgebouwd zijn. Wanneer deze digraafvolgorde vastgesteld werd, werd de opeenvolging gemarkeerd met de cijfers 1 tot 15. De markering reikte tot vijftien digrafen, zodat alle digrafen met zekerheid binnen de markering vielen. Deze markering noemden we de *context*. Deze zouden we bij de volgende stap, het coderen, verder gebruiken. We illustreren het resultaat van deze eerste methode met een voorbeeld.

Events	Context
g	1
SPACE	2
b	3
e	4
g	5
e	6
l	7
e	8
i	9
d	10
t	11
SPACE	12
h	13
i	14
j	15

Bij de tweede methode identificeerden we met behulp van functie-code in de eerste plaats de woord- en zinsgrenzen. Vervolgens werden de opeenvolgende karakters binnen de vastgestelde woordgrenzen gecumuleerd, waardoor alle woorden van het dictee in hun geheel opgebouwd werden. Binnen deze opgebouwde woorden werden ten slotte de relevante werkwoordvormen opgespoord. Het volgende voorbeeld illustreert het resultaat van de tweede methode:

Events	Opgebouwd woord
b	b
e	be
g	beg
e	bege
l	begel
e	begele
i	begelei
d	begeleid
t	begeleidt

De tweede methode leverde minder gelokaliseerde vormen op, omdat in veel gevallen correcties en andere onzuiverheden verhinderden dat het volledige werkwoord opgebouwd werd, waardoor het niet gelokaliseerd kon worden. Daarom kozen we ervoor om verder te werken op basis van de eerste methode.

Coderen

Nadat we de werkwoordvormen en de bijhorende pauzetijden opgespoord hadden, ontwierpen we een codering voor de pauzetijden tussen de digrafen. Deze codering moest ons de mogelijkheid bieden om de digrafen van alle werkwoorden met elkaar te vergelijken. Aangezien de werkwoorden van verschillende lengte zijn, was het niet mogelijk om de digrafen olopend te nummeren. Dit zou een codering opleveren die enkel de vergelijking van werkwoorden met dezelfde lengte mogelijk maakte. Tabel 3 toont hoe een dergelijke codering er zou uitzien.

Tabel 3

Oplopende codering van digrafen;, LT staat voor leesteken en SP staat voor een spatie

ww	Lengte	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12
begeleidt	9	SP_b	be	eg	ge	el	le	ei	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
duldt	5	SP_d	du	ul	ld	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT			

Bij deze codering is een vergelijking van digrafen met hetzelfde nummer niet zinvol, omdat deze digrafen meestal geen vergelijkbare positie innemen in het werkwoord. We kozen daarom voor een codering die dit probleem zou omzeilen. De eerste twee digrafen krijgen de code d1 en d2. Voor de andere digrafen start de telling bij het einde van het woord: de laatste digraaf krijgt de code d15, het voorlaatste de code d14 enzovoort. Op die manier komt de codering van elk digraaf overeen met een bepaalde positie in het werkwoord, ongeacht de lengte van het werkwoord. Merk op dat niet alle digrafen tegelijkertijd kunnen voorkomen, digrafen 11 tot 15 zijn immers de verschillende mogelijkheden voor de laatste digraaf. Tabel 4 geeft een overzicht van deze codering per werkwoord.

Tabel 4

Definitieve codering van digrafen, LT staat voor leesteken en SP staat voor een spatie

#	ww	lengte	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	
1	begeleidt	9	SP_b	be			eg	ge	el	le	ei	id	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
2	vermoordt	9	SP_v	ve			er	rm	mo	oo	or	rd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
3	verkleedt	9	SP_v	ve			er	rk	kl	le	ee	ed	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
4	bevrijdt	8	SP_b	be				ev	vr	ri	ij	jd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
5	duldt	5	SP_d	du								ul	ld	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
6	aanvaardt	9	SP_a	aa			an	nv	va	aa	ar	rd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
7	rijdt	5	SP_r	ri								ij	jd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
8	duidt	5	SP_d	du								ui	id	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
9	wordt	5	SP_w	wo								or	rd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
10	leidt	5	SP_l	le								ei	id	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
11	houdt	5	SP_h	ho								ou	ud	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT
12	verslindt	9	SP_v	ve			er	rs	sl	li	in	nd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
13	verbreedt	9	SP_v	ve			er	rb	br	re	ee	ed	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
14	versmaadt	9	SP_v	ve			er	rs	sm	ma	aa	ad	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
15	snijdt	6	SP_s	sn						ni	ij	jd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
16	scheldt	7	SP_s	sc					ch	he	el	ld	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
17	bestrijdt	9	SP_b	be			es	st	tr	ri	ij	jd	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	
18	verbiedt	8	SP_v	ve				er	rb	bi	ie	ed	dt	t_SP	d_SP	t_LT	d_LT	

Aan elke digraaf van de gelokaliseerde werkwoorden moest deze codering vervolgens toegekend worden. We importeerden alle gegevens in een SPSS-dataset (IBM SPSS Statistics, versie 20), zodat we de syntax van SPSS hiervoor konden gebruiken. We illustreren het principe van deze syntax met een voorbeeld. Het volgende fragment is de syntax voor de codering van de eerste digrafen van het werkwoord *begeleidt*. De 'context' staat voor de markeringen die bij de lokalisering toegekend werden aan de digrafen.

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
IF ((digraph="SPACEb") & (Context_Verb_1>0)) digraph_1=1.  
ADD VALUE LABELS digraph_1 1 "SPACE_b".  
VARIABLE LABELS digraph_1 'Code for Digraphs in Verb_1'.  
EXECUTE.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
IF ((digraph="be") & (Context_Verb_1>0)) digraph_1=2.  
ADD VALUE LABELS digraph_1 2 "be".  
EXECUTE.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
IF ((digraph="eg") & (Context_Verb_1>0)) digraph_1=5.  
ADD VALUE LABELS digraph_1 5 "eg".  
EXECUTE.
```

```
DATASET ACTIVATE DataSet1.  
IF ((digraph="ge") & (Context_Verb_1>0)) digraph_1=6.  
ADD VALUE LABELS digraph_1 6 "ge".  
EXECUTE.
```

Aan elke gecodeerde digraaf werd vervolgens met behulp van SPSS-syntax de bijhorende pauzetijd toegevoegd. Alle overige gegevens werden tot slot verwijderd, waardoor we enkel de relevante data overhielden.

Aggregeren

De laatste stap bestond eruit om alle gegevens op het niveau van de proefpersonen te brengen. De gegevens bevonden tot nu toe immers op het niveau van de events. De aggregatie resulteerde in een SPSS-dataset waarbij alle data per proefpersoon geordend werd. Deze dataset konden we vervolgens gebruiken voor de statistische analyses.

2.1.5. Analyse

Statistische analyse

We gebruikten het computerprogramma IBM SPSS Statistics, versie 20. Het experiment is ontworpen als een binnen-persoonsdesign (Engels: *within subjects design*), elk dictee bevatte immers alle experimentele variabelen. De statistische analyse die we gebruikten was daarom een ANOVA met herhaalde metingen (Engels: *repeated measures*). In SPSS is deze analyse terug te vinden als General Linear Model (GLM), repeated measures. We gebruikten deze test zowel voor de analyse van het product als voor de analyse van het proces. We maken het onderscheid tussen 'enkelvoudige effecten' en interactie-effecten. We gingen in de eerste plaats de effecten na van elk van de variabelen afzonderlijk, dit noemen we de enkelvoudige effecten. Daarnaast onderzochten we ook interactie-effecten tussen de variabelen. Bij de interactie-effecten vermelden we ook steeds de hoofdeffecten. Voor de post hoc-analyses gebruikten we de Bonferroni-correctie.

Bij de analyse van de pauzetijden legden we geen grens vast voor wat we al dan niet als pauze beschouwden: alle transitietijden werden met elkaar vergeleken. We vergeleken bovendien alleen die digrafen met elkaar die dezelfde positie innamen in de werkwoorden, met andere woorden digrafen met hetzelfde nummer. We onderzochten bovendien enkel de pauzetijden van de digrafen die bij elk werkwoord konden voorkomen, namelijk d1 en d2, en d9 tot d15. Bij werkwoorden met meer dan vier letters in de stam betekent dit dat één of meer digrafen niet opgenomen werden in de analyse.

Voorbereiding

De statistische analyses in het programma SPSS vergden enige voorbereiding. In de eerste plaats werd per proefpersoon en voor elke variabele de mediaan van de pauzetijden berekend. Voor elke proefpersoon waren er namelijk meerdere waarden per variabele. Deze medianen konden we vervolgens gebruiken als input voor de ANOVA. Echter, dit was enkel mogelijk voor de enkelvoudige effecten, namelijk de effecten van elke variabele afzonderlijk. Om interactie-effecten na te gaan, moeten in SPSS de subcategorieën als aparte 'variabelen' berekend worden. Dit moest bovendien voor elk digraaf afzonderlijk gebeuren. Bij het interactie-effect tussen afstand en frequentie zijn dit bijvoorbeeld de zes subcategorieën 1) grote afstand en laagfrequent; 2) grote afstand en hoogfrequent; 3) grote afstand en gelijkfrequent; 4) kleine afstand en laagfrequent; 5) kleine afstand en hoogfrequent; 6) kleine afstand en gelijkfrequent. We berekenden daarom in SPSS de mediaan van de pauzetijden voor elke proefpersoon, voor elke subcategorie, en voor elke digraaf. Door de grote hoeveelheid subcategorieën, was het berekenen van deze extra variabelen een complex en tijdrovend werk. De uiteindelijke SPSS-dataset bevatte meer dan 2000 variabelen.

2.2. Experiment 2

Met experiment 2, een case study, ondernamen we een eerste terreinverkenning voor toekomstig onderzoek. De methode die we gebruiken was eyetracking, waarbij geregistreerd wordt naar welke plaats op een computerscherm de proefpersoon kijkt. Op deze manier hopen we verder inzicht te kunnen verwerven in de mentale processen die aan de basis liggen van het schrijfproces bij homofone werkwoorden.

Participanten

Er namen drie proefpersonen deel aan het experiment, dat plaatsvond op 5 april 2012. De proefpersonen waren 16 jaar oud en volgden studierichtingen in het Technisch Secundair Onderwijs.

Procedure

De procedure was dezelfde als die van experiment 1. We lieten de drie proefpersonen de dictees van experiment 1 maken, terwijl hun oogbewegingen geregistreerd werden met een eyetracking-toestel (Tobii TX 100). Dit leverde onder meer drie filmpjes op waar de zinnen van het dictee te zien zijn terwijl ze geschreven werden in combinatie met de saccades en fixaties tijdens dit schrijfproces. Het schrijfproces werd ook geregistreerd met Inputlog.

Analyse

Van de drie opnames was er één die aanzienlijk rijkere data bevatte dan de andere, aangezien deze proefpersoon blind kon typen. De andere opnames bevatten ook bruikbare data, maar deze zijn minder continu. Bij de analyse gebruiken we enkel de registratie van de proefpersoon die blind typte. Met behulp van de knop *Print Screen* ('Prt SC' op het toetsenbord) en het computerprogramma MS Paint, maakten we screenshots van de opeenvolgende oogbewegingen. Met deze screenshots konden we de oogbewegingen makkelijker analyseren. Bovendien worden ze op deze manier ook aanschouwelijk gemaakt voor de lezer.

3. Resultaten experiment 1

3.1. Product

3.1.1. Inleiding

77 proefpersonen schreven een dictee waarin 18 werkwoordvormen voorkwamen. Dit zou ons idealiter een dataset van in totaal 1386 vormen opleveren. Op basis van de Wordlogs die Inputlog genereerde, stelden we vast of de proefpersoon de vormen juist, fout, afwijkend of helemaal niet geschreven had. Enkel de juiste en foute vormen gebruikten we voor de analyse. Daardoor bevat de uiteindelijke dataset 1266 werkwoordvormen.

De foutenproductie bedroeg gemiddeld 13,90% (standaarddeviatie = 16,50). Het minimum aantal fouten bedroeg 0,00%, het maximum 64,29%. In wat volgt bespreken we de invloed van de variabelen afstand, frequentie en dominantie op de foutenproductie. In de eerste plaats komen de enkelvoudige effecten aan bod, waarbij telkens het effect van één variabele nagegaan wordt. Daarna bekijken we de interactie-effecten tussen de variabelen.

3.1.2. Enkelvoudige effecten

Tabel 5 toont de gemiddelde foutenpercentages en standaarddeviaties, afhankelijk van de variabelen afstand, frequentie en dominantie.

Tabel 5

Gemiddelde foutenpercentages op basis van afstand, frequentie en dominantie

Afstand		Frequentie			Dominantie		
Klein	Groot	LF	HF	GF	d-dom.	dt-dom.	gelijke freq.
9.12%	18.93%	16.58%	11.82%	13.29%	16.06%	12.86%	13.29%
(16.41)	(21.56)	(21.73)	(18.10)	(19.99)	(22.32)	(18.65)	(19.99)

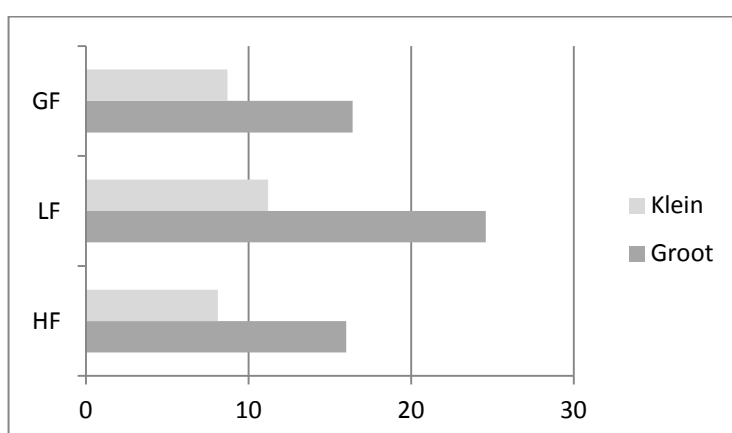
De foutenproductie werd significant beïnvloed door de afstand tussen onderwerp en werkwoordvorm: er werden significant meer fouten gemaakt bij een grote afstand, $F(1,76) = 21.22$; $p < .01$. Er werd daarentegen geen significant effect vastgesteld van frequentie, $F(2, 152) = 2.48$; $p = .087$; noch van dominantie, $F(2, 152) = 1.21$; $p = .30$. Ook bij de paarsgewijze vergelijkingen werden geen significante verschillen vastgesteld bij dominantie en frequentie.

3.1.3. Interactie-effecten

Frequentie en afstand

Figuur 1 toont de foutenproductie op basis van afstand en frequentie. Tabel 6 toont de percentages en standaarddeviaties. Er waren significante hoofdeffecten zowel voor afstand, $F(1, 76) = 18.10$; $p < .01$, als voor frequentie, $F(2, 152) = 3.89$; $p < .05$. Er was geen significant interactie-effect tussen afstand en frequentie, $F(2, 152) = 1.22$; $p = 0.30$. De paarsgewijze vergelijking van de frequenties gaf aan dat er een significant verschil was tussen hoogfrequent en laagfrequent ($p < .05$), maar geen significant verschil tussen laagfrequent en gelijkfrequent ($p = .08$) of tussen hoogfrequent en gelijkfrequent ($p = 1.00$).

Figuur 1. Gemiddelde foutenpercentages op basis van frequentie en afstand



Tabel 6

Gemiddelde foutenpercentages en standaarddeviatie op basis van frequentie en afstand, met standaarddeviatie

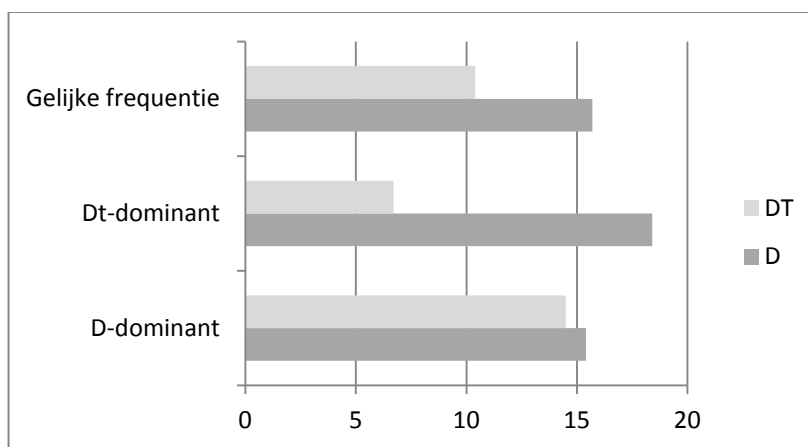
	HF	LF	GF
Kleine afstand	8.11% (16.44)	11.18% (23.04)	8.77% (23.01)
Grote afstand	16.01% (27.55)	24.56% (32.40)	16.45% (24.53)

Dominantie en frequentie

Figuur 2 geeft de foutenpercentages weer per dominantie en frequentie. Tabel 7 toont de percentages en standaardafwijkingen. Aangezien er bij de gelijke frequentie geen hoogfrequente of laagfrequente vormen zijn, tonen we de foutenpercentages per suffix (-d of -dt). We stelden geen significante hoofdeffecten vast, noch voor dominantie, $F(2, 152) = .62$; $p = .54$, noch voor frequentie, $F(1, 76) = 1.08$; $p = .30$.

Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect tussen dominantie en frequentie, $\chi^2(2) = 25.09$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .77$). Er was een significant interactie-effect tussen dominantie en frequentie, $F(1.55, 117.60) = 3.75$; $p < .05$.

Figuur 2. Gemiddelde foutenpercentages op basis van dominantie en frequentie



Tabel 7

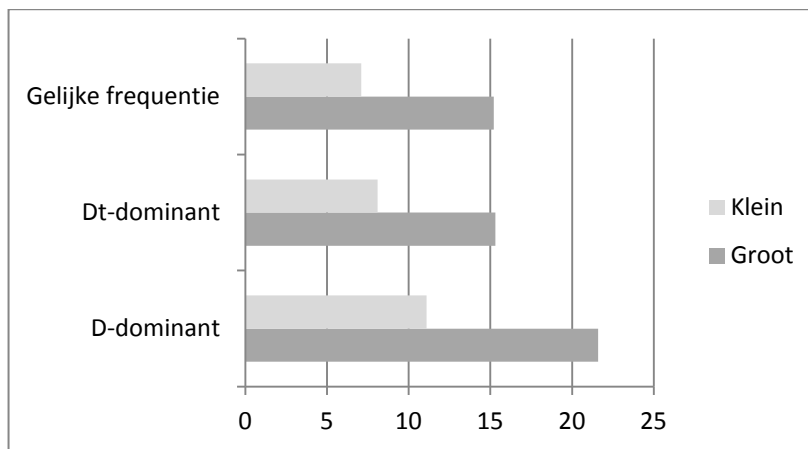
Gemiddelde foutenpercentages en standaarddeviatie op basis van dominantie en frequentie, met standaarddeviatie

	D-dominant	Dt-dominant	Gelijke frequentie
DT	14.50% (28.27)	6.71% (18.39)	10.39% (24.11)
D	15.37% (27.01)	18.40% (30.54)	15.69% (30.14)

Dominantie en afstand

Figuur 3 toont de foutenpercentages per dominantie en afstand. Tabel 8 toont de percentages en standaarddeviaties. Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het hoofdeffect van dominantie, $\chi^2(2) = 8.86$; $p < .05$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .90$). Na deze correctie werd significantie bereikt voor het hoofdeffect van dominantie, $F(1.79, 130.86) = 3.26$; $p < .05$. Ook het hoofdeffect van afstand was significant, $F(1, 73) = 14.46$; $p < .01$. Er was geen significant interactie-effect tussen dominantie en afstand, $F(2, 146) = .31$; $p = .73$.

Figuur 3. Gemiddelde foutenpercentages op basis van dominantie en afstand



Tabel 8

Gemiddelde foutenpercentages en standaarddeviatie op basis van dominantie en afstand, met standaarddeviatie

	D-dominant	Dt-dominant	Gelijke frequentie
Kleine afstand	11.15% (23.50)	8.00% (19.23)	6.98% (20.08)
Grote afstand	21.62% (30.78)	15.32% (23.93)	15.20% (22.81)

Dominantie, frequentie en afstand

Figuur 4, figuur 5 en figuur 6 tonen respectievelijk de foutenpercentages bij de d-dominante werkwoorden, de dt-dominante werkwoorden, en de werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt*, op basis van de twee variabelen afstand en frequentie. Tabel 9 toont de foutenpercentages en standaardafwijkingen. We gingen na of er een interactie-effect was tussen de drie variabelen.

Er waren geen significante hoofdeffecten noch voor dominantie, $F(2, 106) = 1.36$; $p = .26$; noch voor frequentie, $F(1, 53) = .03$; $p = .86$. Er was wel een significant hoofdeffect van afstand, $F(1, 53) = 15.17$; $p < .01$. Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect tussen dominantie en frequentie, $\chi^2(2) = 20.45$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .75$). Na deze correctie werd significantie bereikt voor dit effect, $F(1.51, 80.00) = 6.07$; $p < .01$. Er waren geen significante interactie-effecten noch tussen dominantie en afstand, $F(2, 106) = .07$; $p = .93$; noch tussen frequentie en afstand, $F(1, 53) = 2.08$; $p = 1.55$.

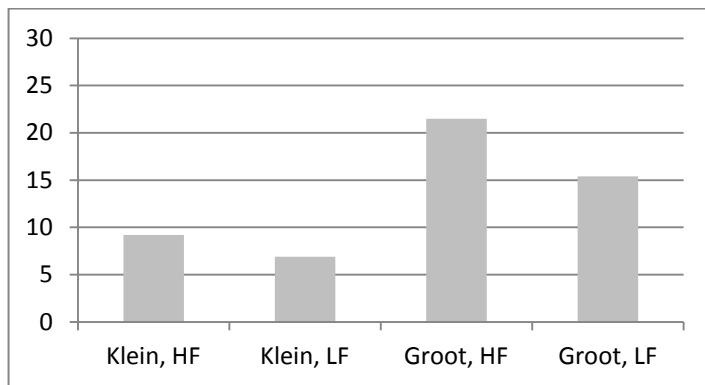
Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect tussen de drie variabelen dominantie, frequentie en afstand, $\chi^2(2) = 6.75$; $p < .05$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .75$). Na deze correctie stelden we ten slotte een significant interactie-effect vast tussen de drie variabelen, $F(1.78, 94.50) = 5.40$; $p < .01$.

Tabel 9

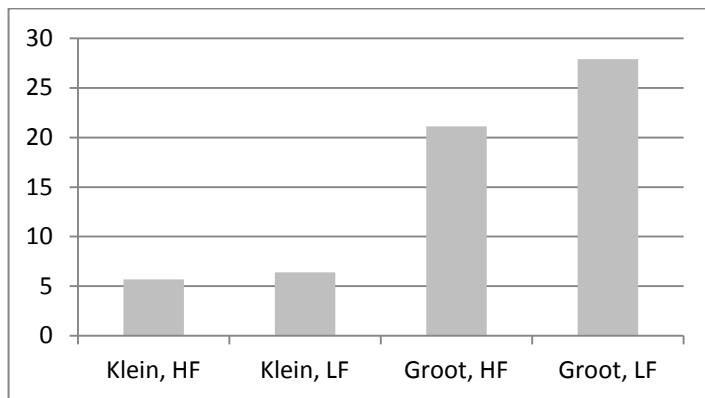
Gemiddeld foutenpercentage en standaarddeviatie, op basis van dominantie, frequentie en afstand, met standaarddeviatie

	D-dominant		Dt-dominant		Gelijke frequentie	
	HF	LF	HF	LF	D	DT
Klein	9.23%	6.92%	5.71%	6.43%	8.82%	4.41%
	(26.36)	(24.81)	(20.04)	(23.96)	(28.57)	(18.80)
Groot	21.54%	15.38%	5.00%	27.86%	19.85%	12.50%
	(39.50)	(32.98)	(21.11)	(43.10)	(37.79)	(29.14)

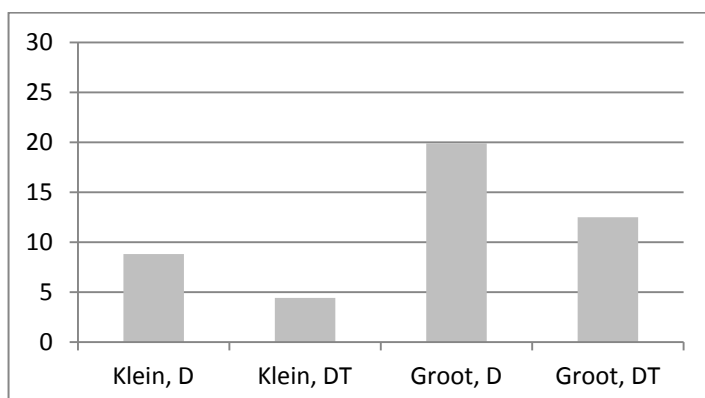
Figuur 4. Gemiddelde foutenpercentages bij d-dominante werkwoorden, op basis van afstand en frequentie



Figuur 5. Gemiddeld foutenpercentage bij dt-dominante werkwoorden, op basis van afstand en frequentie, met standaarddeviatie



Figuur 6. Gemiddeld foutenpercentage bij werkwoorden met gelijke frequentie van -d en -dt, op basis van de suffix (-d of -dt) en afstand



3.2. Proces

3.2.1. Inleiding

Weergave van de resultaten

We presenteren de pauzetijden in de vorm van grafieken, omdat op deze manier het pauzepatroon aanschouwelijker wordt. De tabellen met gemiddelde pauzetijden en standaarddeviaties zijn opgenomen als bijlage op de bijgevoegde Cd-rom. De significante resultaten van de ANOVA worden gerapporteerd in de tekst. Vooraleer we de effecten van de verschillende variabelen bespreken, bekijken we het algemene pauzepatroon. Vervolgens behandelen we de enkelvoudige effecten. Ten slotte komen de interactie-effecten aan bod. Naast de significante effecten, bespreken we ook de pauzepatronen zoals we die kunnen waarnemen op basis van de grafieken. De niet-significante effecten dienen uiteraard met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

Ontbrekende digrafen

Het aantal waarnemingen per digraaf en per variabele was niet gelijkmatig verdeeld. Het aantal waarnemingen voor de digrafen d12 tot d15 was immers beperkter dan bij de andere digrafen, aangezien slechts één van deze vier digrafen per werkwoordvorm kon optreden. Bovendien waren er geen waarnemingen voor d14 en d15 bij een kleine afstand tussen werkwoord en onderwerp, aangezien hier geen leesteken kon voorkomen. Omdat het gemiddeld foutenpercentage 13,90% bedroeg, waren ook de waarnemingen bij fout gespelde vormen relatief beperkt. Door de variabelen met elkaar te combineren om de interactie-effecten na te gaan, werd het aantal waarnemingen voor de verschillende subcategorieën nog meer verkleind, met name bij de laatste digrafen. We gebruiken daarom de resultaten van de statistische analyse enkel wanneer er gegevens van minstens tien proefpersonen met elkaar vergeleken werden. Bij minder waarnemingen werden de resultaten buiten beschouwing gelaten. Om deze reden ontbreken in sommige van de grafieken de gegevens van de laatste digrafen.

De variabelen regelkennis en zelfinschatting

De resultaten van de schriftelijke dt-test wezen uit dat de proefpersonen over een goede regelkennis beschikten. De test bestond uit tien zinnen met telkens een dt-werkwoordvorm die de proefpersoon moest invullen. De resultaten zijn opgenomen op de bijgevoegde Cd-rom. De gemiddelde score was 9,40 op 10 (standaarddeviatie = 1,08). 72% van de proefpersonen maakte geen enkele fout, 93% van de proefpersonen maakte twee of minder fouten. Ook de zelfinschatting was vrij hoog. De gemiddelde score was 6,61 op 10 (standaarddeviatie = 1,53). Slechts 9% (7 proefpersonen) gaf zich een cijfer lager dan 5 op 10; 17% (13 proefpersonen) gaf zichzelf een score van meer dan 8 op 10. Door de beperkte variatie in de resultaten was dus niet nodig om het effect van regelkennis of zelfinschatting op het pauzegedrag na te gaan.

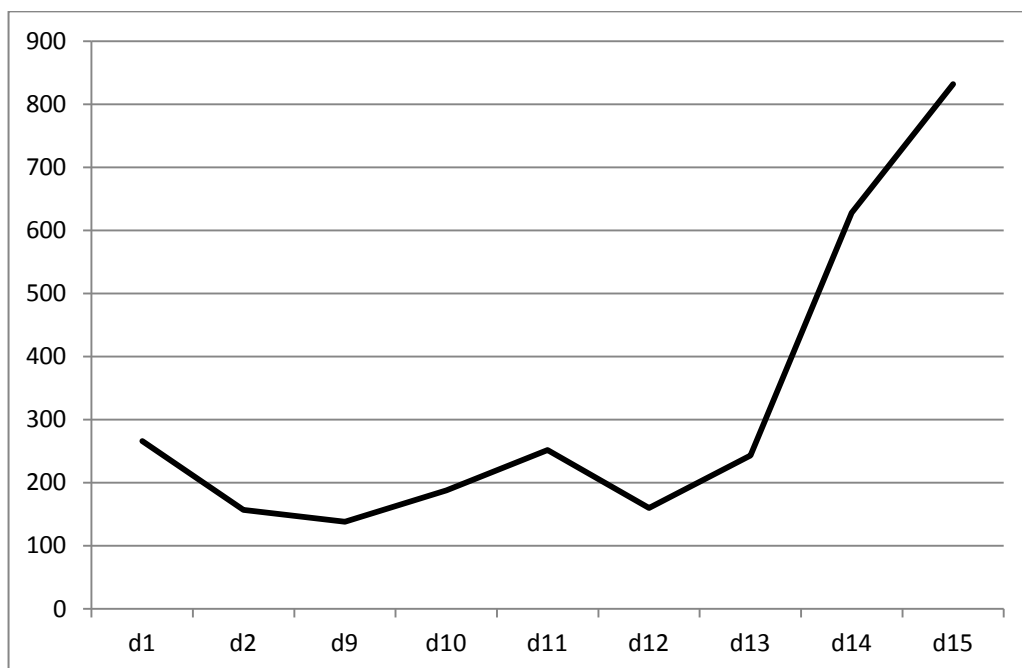
3.2.2. Het pauzepatroon

Alvorens de effecten van de verschillende variabelen na te gaan, willen we een beeld krijgen van het algemene pauzepatroon. We bekijken daarom in de eerste plaats de gemiddelde pauzetijden van alle digrafen, onafhankelijk van afstand, frequentie, dominantie of correctheid. Vervolgens bekijken we de pauzetijden bij één werkwoord, namelijk het d-dominante werkwoord *begeleiden*.

Algemeen

Figuur 7 toont het verloop van de gemiddelde pauzetijden per digraaf. We zien een langere pauze vlak voor het werkwoord, vervolgens een daling bij d2 en d9, en een stijging bij d10 en d11. Na de piek van d11 (tussen de *d* en *t* van de werkwoorduitgang) daalt de pauzetijd weer bij d12, en stijgt dan weer bij d13. Deze digrafen representeren respectievelijk de transitietijden *t_spatie* en *d_spatie*. Op het einde van het woord, voor het leesteken (d14 en d15), stijgt de pauzetijd sterk. Er is bovendien een verschil tussen d14 (*t_leesteken*) en d15 (*d_leesteken*). Aan het einde van het werkwoord werd na een *d* dus langer gearzeld dan bij een *t*, zowel voor een leesteken als voor een spatie.

Figuur 7. Algemeen pauzepatroon: gemiddelde pauzetijden per digraaf

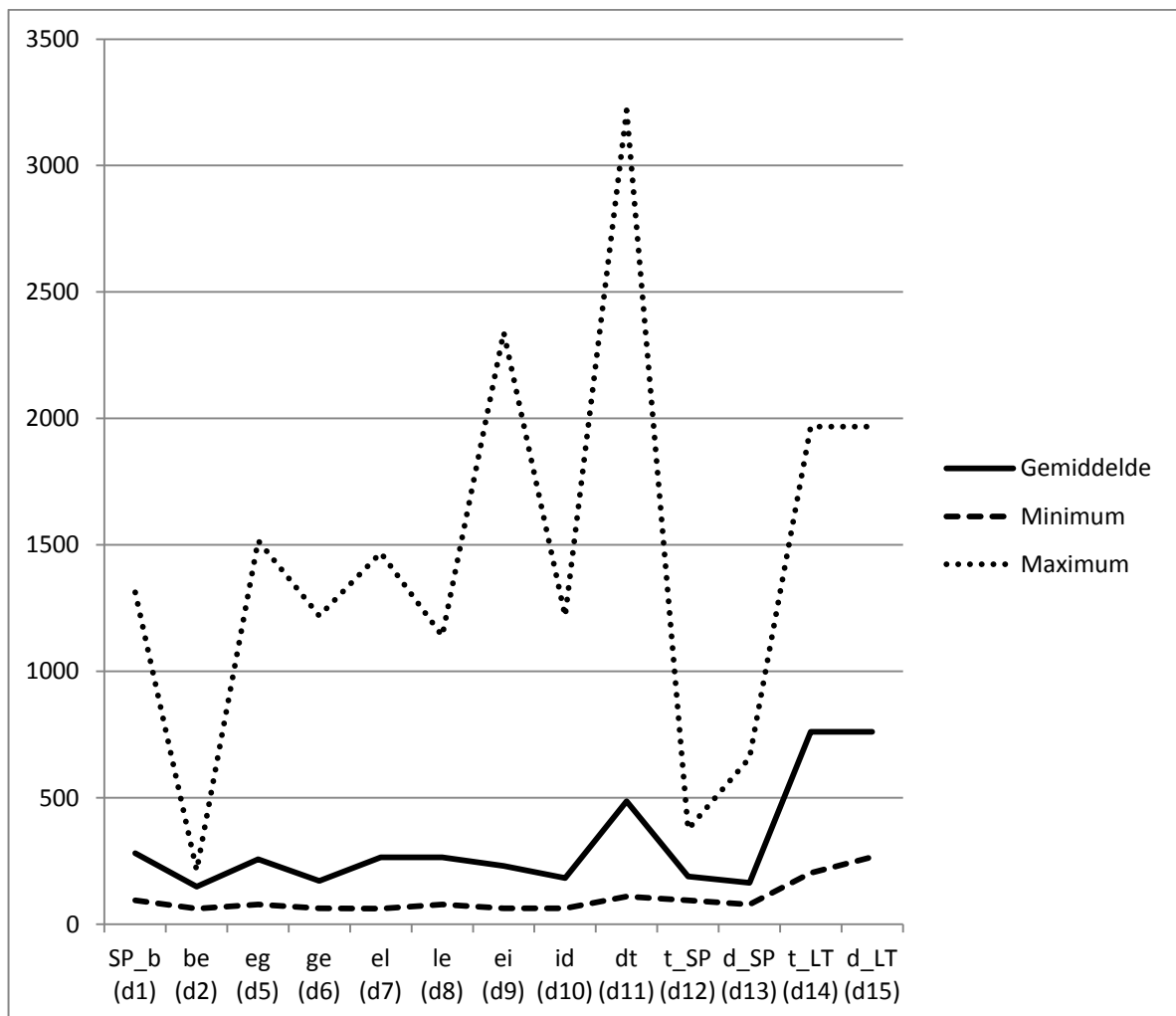


Een voorbeeld: 'begeleiden'

Om het pauzepatroon op basis van de gecodeerde digrafen aanschouwelijker te maken, analyseren we de pauzetijden bij één werkwoord, namelijk *begeleiden*. Digrafen 5, 6, 7 en 8 worden bij de statistische analyse niet in rekening genomen, omdat deze niet bij alle werkwoorden voorkomen (zie tabel 4, p. 1616). We geven ook de minima en maxima aan, om na te gaan binnen welk bereik de gemiddelde pauzetijden zich bevonden. Figuur 8 toont de gemiddelde pauzetijden per digraaf, alsook de minima en maxima, voor het werkwoord *begeleiden*.

De minima liggen niet ver van het gemiddelde en er zijn geen opvallende uitschieters. We zien enkel een stijging bij de digrafen met leesteken (d14 en d15) en een zeer lichte stijging tussen de *d* en *t* van de werkwoorduitgang (d11). De maxima daarentegen liggen erg ver van het gemiddelde en vertonen enkele opvallende pieken, voornamelijk bij d9 en d11. Opvallend is dat de maxima bij d2, d12 en d13 dan weer erg dicht bij het gemiddelde liggen.

Figuur 8. Algemeen pauzepatroon: gemiddelde, maximum en minimum van de pauzetijden per digraaf, bij het werkwoord *begeleiden*

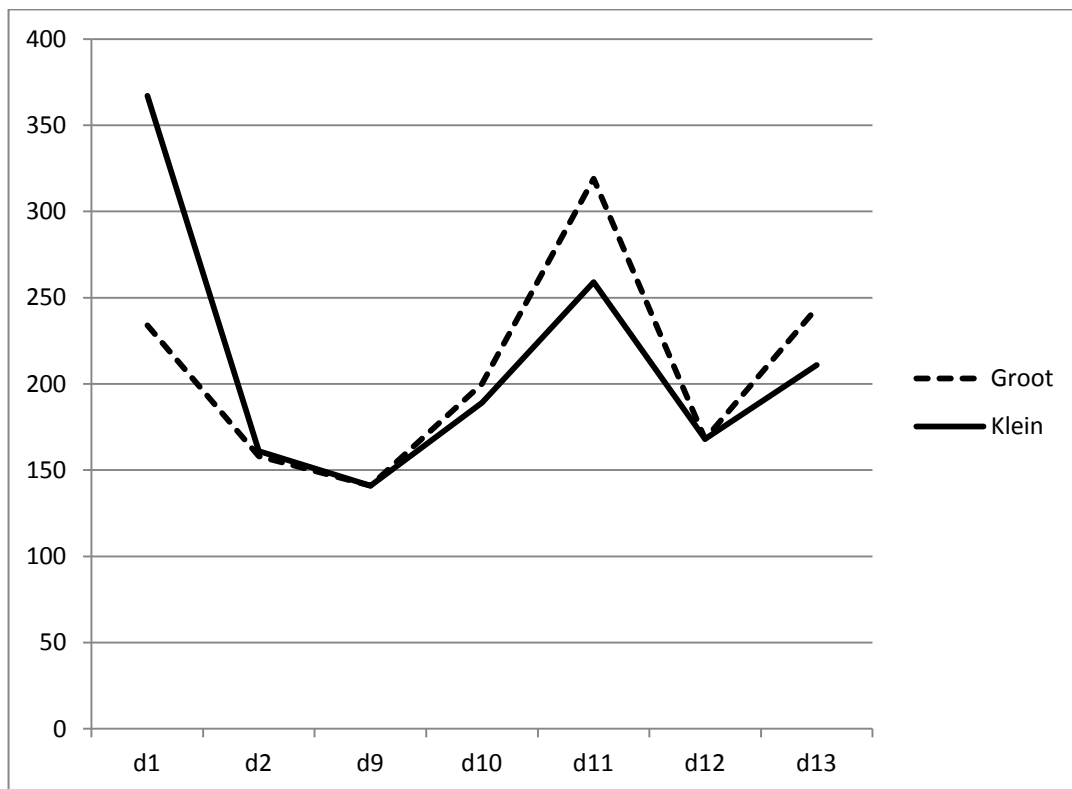


3.2.3. Enkelvoudige effecten

Afstand

Figuur 9 toont de pauzetijden van de verschillende digrafen bij grote versus kleine afstand. Voor d14 en d15 zijn er geen gegevens, aangezien er bij een kleine afstand wegens de inversie geen leesteken kon volgen na het werkwoord. We stellen een significant verschil vast bij d1, $F(1, 76) = 12.47$; $p < .01$; $\eta^2 = .14$. Significantie werd net niet bereikt bij d11, $F(1, 75) = 3.90$; $p = .052$; $\eta^2 = .05$. Dit is de pauzetijd tussen de *d* en *t* van de werkwoorduitgang. Dit patroon is kruisend: bij een kleine afstand wordt er significant langer gepauzeerd vlak voor het werkwoord en net niet significant korter gearzeld bij d11. Bij een grote afstand is het net omgekeerd. Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

Figuur 9. Pauzetijden op basis van afstand



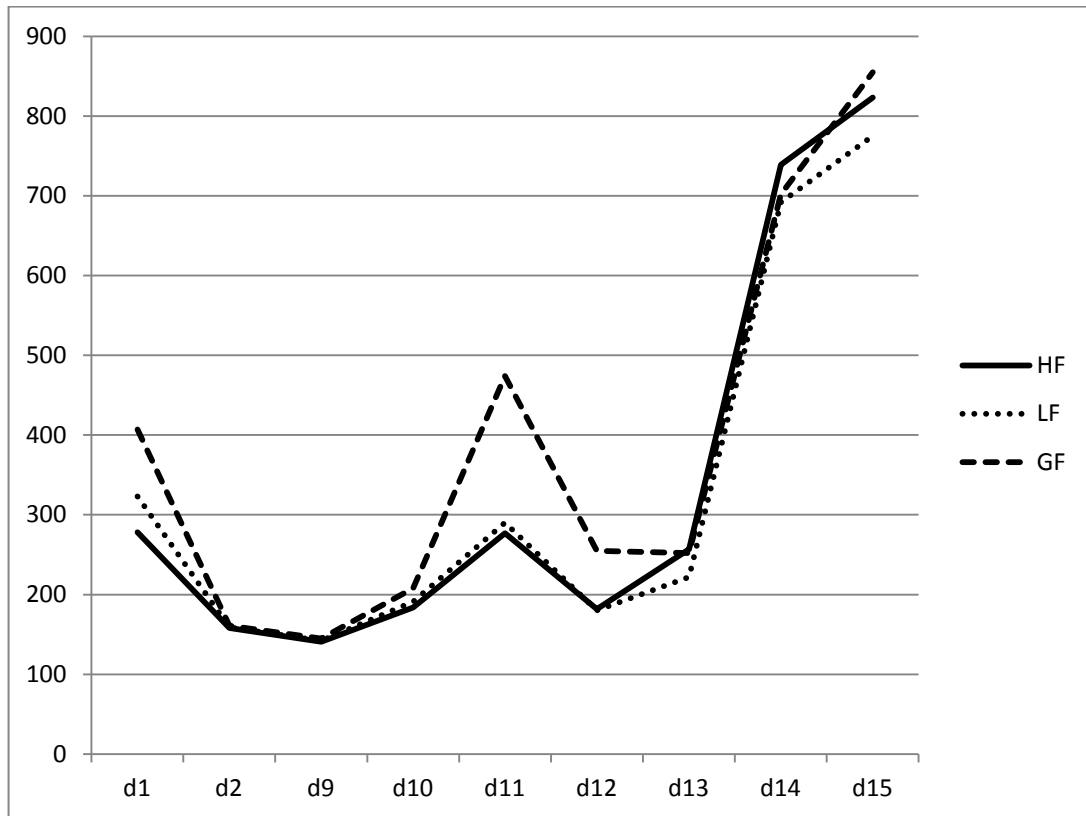
Frequentie

Figuur 10 toont de pauzetijden bij hoogfrequente, laagfrequente en gelijkfrequente vormen. Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het effect van frequentie bij d10, $\chi^2(2) = 12.62$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .86$). Na deze correctie werd significantie net niet bereikt bij d10, $F(1.73, 129.70) = 3.18$; $p = .052$; $\eta^2 = .04$. De paarsgewijze vergelijking gaf aan dat er een significant verschil was tussen hoogfrequent en gelijkfrequent, $p < .05$, maar geen significant verschil tussen hoogfrequent en laagfrequent ($p = 1.00$) of tussen laagfrequent en gelijkfrequent ($p = .40$). Vlak voor de d van de werkwoorduitgang werd er dus significant langer gearzeld bij gelijkfrequente vormen dan bij hoogfrequente vormen.

Mauchly's test gaf ook bij d11 aan dat de sphericity geschonden werd, $\chi^2(2) = 38.62$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .71$). Na deze correctie bleek het effect van frequentie significant te zijn bij d11, $F(1.42, 104.90) = 6.65$; $p < .01$; $\eta^2 = .08$. De paarsgewijze vergelijking gaf aan dat er een significant verschil was tussen hoogfrequent en gelijkfrequent ($p < .05$) en tussen laagfrequent en gelijkfrequent ($p < .05$), maar niet tussen hoogfrequent en laagfrequent ($p = 1.00$). Tussen de d en t van de werkwoorduitgang werd er dus significant langer gearzeld bij gelijkfrequente vormen dan bij laag- of hoogfrequente vormen, wat ook zeer duidelijk te zien is op de grafiek. Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

We merken op dat op de grafiek te zien is dat ook bij d1 de pauzetijden lijken te divergeren op basis van frequentie. De gelijkfrequente vormen vertonen de langste pauzetijd vlak voor het werkwoord, de hoogfrequente vormen de kortste. Het verschil tussen de hoog- en laagfrequente vormen was echter vrij klein.

Figuur 10. Pauzetijden bij hoogfrequente (HF), laagfrequente (LF) en gelijkfrequente (GF) vormen



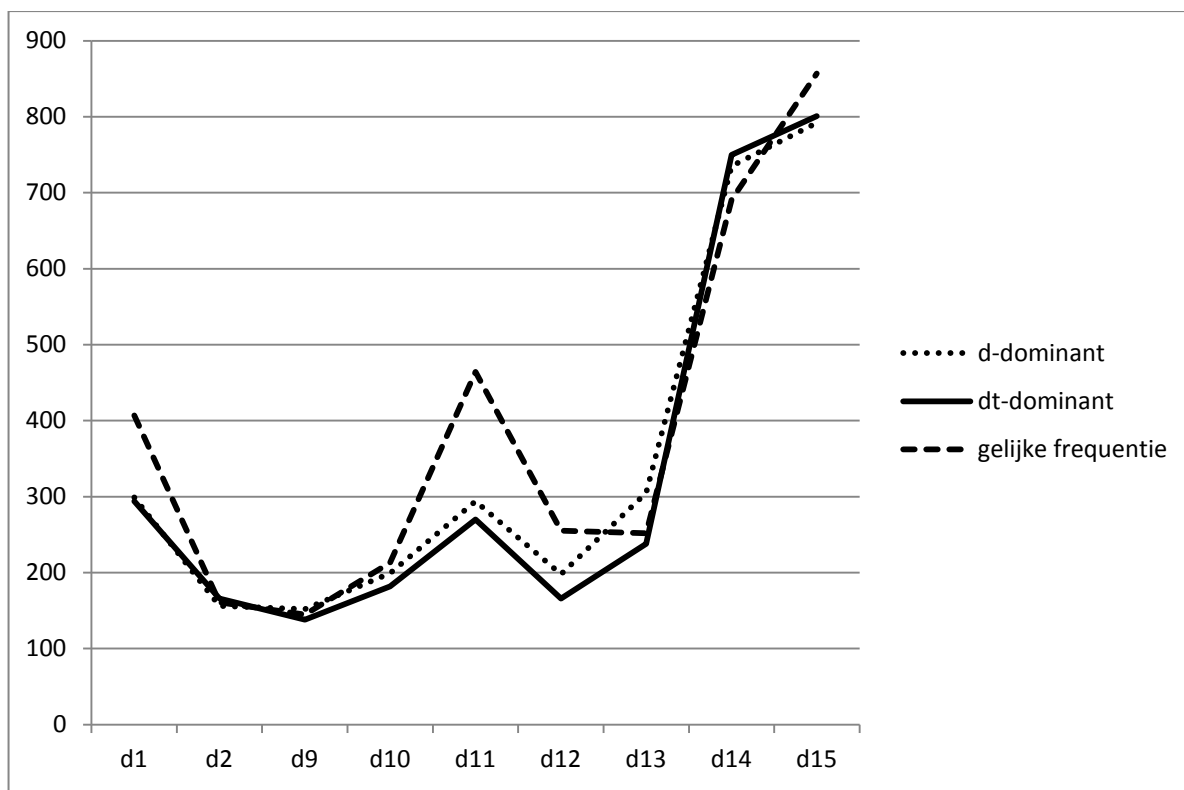
Dominantie

Figuur 11 toont de pauzetijden voor de d-dominante en dt-dominante werkwoorden, en de werkwoorden met gelijke frequentie van uitgang *-d* en *-dt*. Een significant effect van dominantie werd vastgesteld voor d9, $F(2, 152) = 3.94$; $p < .05$; $\eta^2 = .05$, alsook voor d10, $F(2, 152) = 4.33$; $p < .05$; $\eta^2 = .05$. Mauchly's test gaf aan dat de sphericity geschonden werd voor het effect van dominantie bij d11, $\chi^2(2) = 57.90$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .64$). Na deze correctie bleek dat het effect van dominantie significant was bij d11, $F(1.28, 90.87) = 6.37$; $p < .05$; $\eta^2 = .08$.

De paarsgewijze vergelijking wees uit dat bij d9 het verschil tussen d-dominant en dt-dominant significant was ($p < .01$) maar niet tussen d-dominant en gelijkfrequent ($p = .55$) of tussen dt-dominant en gelijkfrequent ($p = .57$). Bij de paarsgewijze vergelijking van d10 lagen de verschillen anders, hier was er een significant verschil tussen dt-dominant en gelijkfrequent ($p < .05$) maar niet tussen d-dominant en gelijkfrequent ($p = .74$) of d-dominant en dt-dominant ($p = .23$). De paarsgewijze vergelijking van d11 leverde nog andere verschillen op, hier waren er significante verschillen zowel tussen d-dominant en gelijkfrequent ($p < .05$) als tussen dt-dominant en gelijkfrequent ($p < .05$), maar niet tussen d-dominant en dt-dominant ($p = 1.00$). Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

We merken op dat op de grafiek te zien is dat de pauzetijden bij d1 ook lijken te divergeren op basis van dominantie. De pauzetijden vlak voor de dt-dominante en d-dominante werkwoorden zijn nagenoeg gelijk, terwijl er langer gepauzeerd werd vlak voor de werkwoorden met gelijke frequentie.

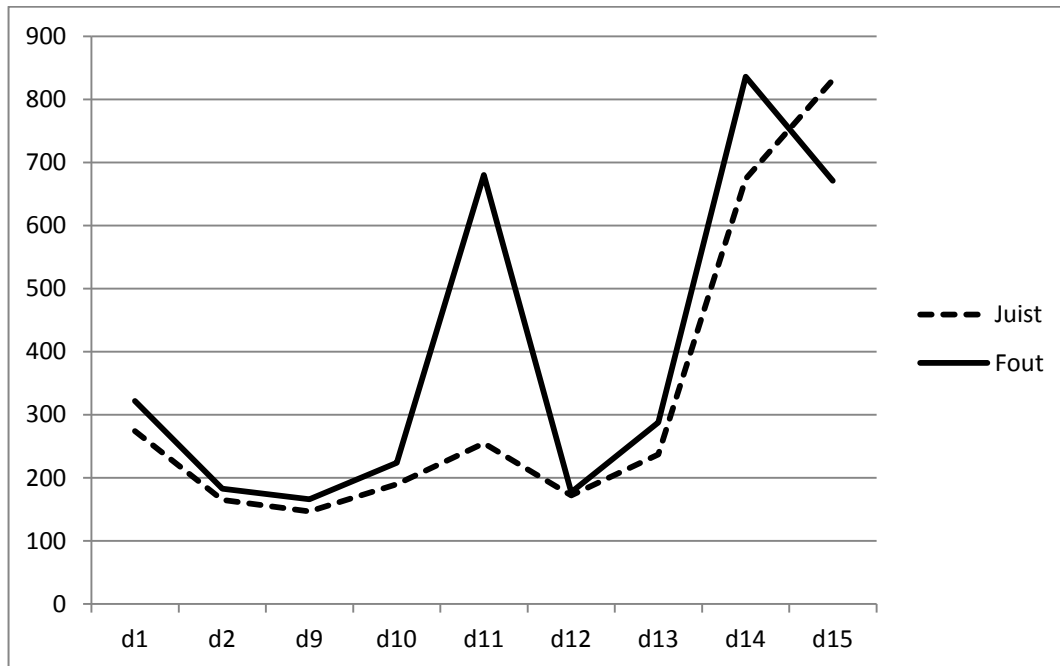
Figuur 11. Pauzetijden bij d-dominante, dt-dominante werkwoorden en werkwoorden met gelijke frequentie



Correctheid

Figuur 12 geeft de pauzetijden weer van correct versus fout geschreven vormen. Een significant effect van correctheid werd vastgesteld bij d11, de pauzetijd tussen de *d* en *t* van de werkwoorduitgang, $F(1, 36) = 6.81$; $p < .05$; $\eta^2 = .16$. Bij fout geschreven vormen werd er significant langer gearzeld bij d11, wat ook zeer goed te zien is op de grafiek. Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

Figuur 12. Gemiddelde pauzetijden op basis van correctheid



3.2.4. Interactie-effecten

Frequentie en afstand

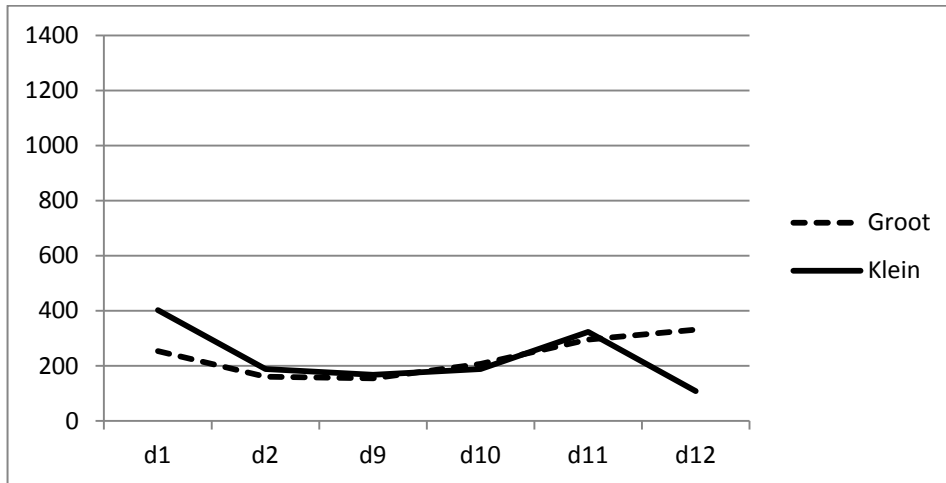
Figuur 13, figuur 14 en figuur 15 tonen respectievelijk de pauzetijden bij hoogfrequente, laagfrequente en gelijkfrequente vormen, op basis van afstand. Er werden significante interactie-effecten vastgesteld bij d2 en d11.

Bij d2 gaf Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het hoofdeffect van frequentie, $\chi^2(2) = 35.02$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .72$). Na deze correctie werd significantie bij d2 noch bereikt voor het hoofdeffect van frequentie, $F(1.44, 105.40) = 3.21$; $p = .06$.; noch voor het hoofdeffect van afstand, $F(1, 73) = 1.85$; $p = .18$. Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect bij d2 tussen frequentie en afstand, $\chi^2(2) = 31.25$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .74$). Na deze correctie bleek het interactie-effect tussen frequentie en afstand bij d2 significant te zijn, $F(1.48, 107.98) = 13.70$; $p < .01$; $\eta^2 = .04$. Op de grafieken is te zien dat bij de laagfrequente vormen de pauzetijd bij d2 langer was bij een grote afstand dan bij een kleine afstand. Bij de hoogfrequente en gelijkfrequente vormen zien we een dergelijk verschil niet.

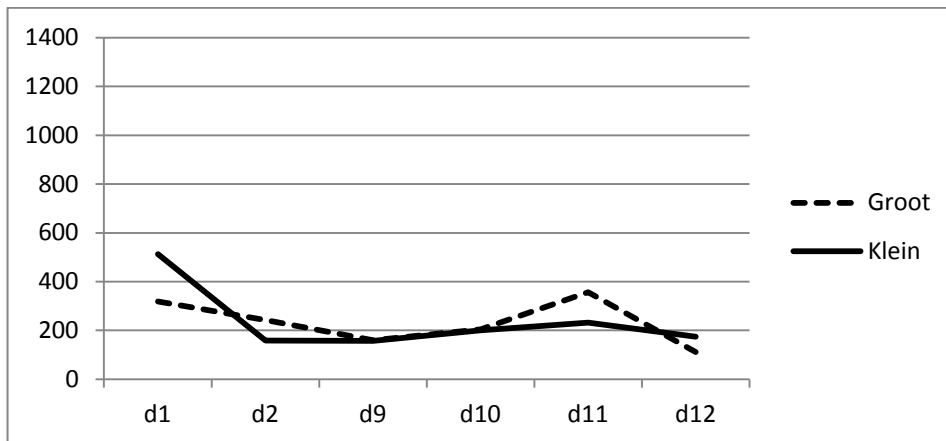
Bij d11 gaf Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het hoofdeffect van frequentie, $\chi^2(2) = 30.53$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .65$). Na deze correctie werd significantie bij d11 bereikt voor het hoofdeffect van frequentie, $F(1.30, 53.46) = 13.74$; $p < .01$; $\eta^2 = .25$. Er was ook een significant hoofdeffect van afstand, $F(1, 41) = 23.34$; $p < .01$; $\eta^2 = .36$. Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect, $\chi^2(2) = 33.69$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .64$). Na deze correctie bleek ook het interactie-effect tussen frequentie en afstand significant bij d11, $F(1.27, 52.25) = 17.65$; $p < .01$; $\eta^2 = .30$. Op de grafieken is te zien dat bij de gelijkfrequente vormen de pauzetijd bij d11 aanzienlijk langer was bij een grote afstand dan bij een kleine afstand. Bij de hoogfrequente vormen lijkt er geen verschil te zijn tussen kleine en grote afstand, ook bij de kleine afstand is er een stijging in pauzetijd. Bij de laagfrequente vormen is dit verschil wel waar te nemen, maar het is veel minder groot dan bij de gelijkfrequente vormen.

Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

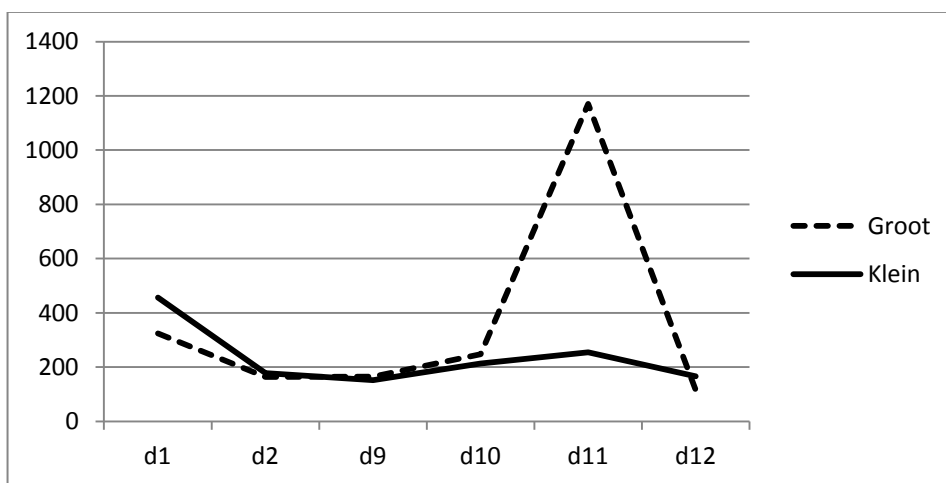
Figuur 13. Pauzetijden bij hoogfrequente vormen, op basis van afstand



Figuur 14. Pauzetijden bij laagfrequente vormen, op basis van afstand



Figuur 15. Pauzetijden bij gelijkfrequente vormen, op basis van afstand



Dominantie en afstand

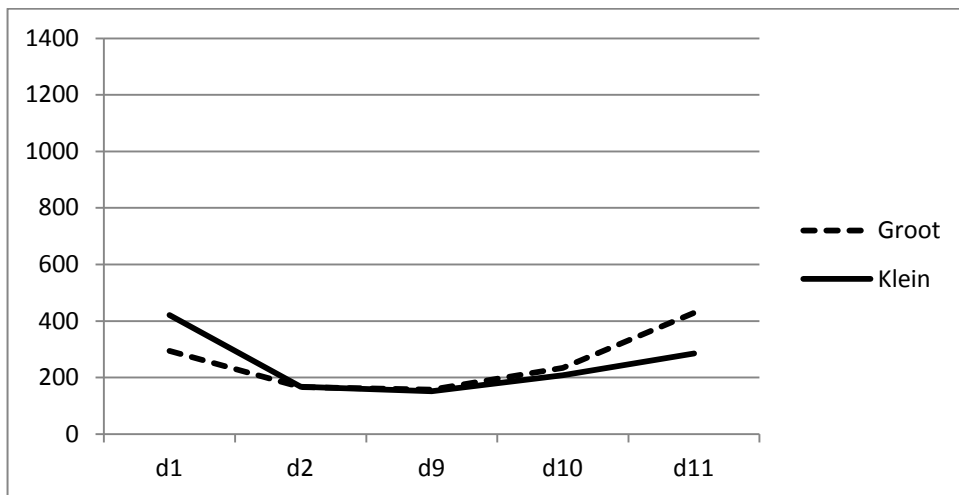
Figuur 16, figuur 17 en figuur 18 tonen respectievelijk de pauzetijden bij d-dominante werkwoorden; dt-dominante werkwoorden; en werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt*, op basis van afstand. De digrafen 12 tot 15 zijn hier niet opgenomen door het gebrek aan waarnemingen. Net als bij de combinatie frequentie en afstand, werd een significant interactie-effect vastgesteld bij d2 en d11.

Bij d2 gaf Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het hoofdeffect van dominantie, $\chi^2(2) = 111.00$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .56$). Na deze correctie werd significantie bij d2 bereikt voor het hoofdeffect van dominantie, $F(1.12, 82.94) = 5.01$; $p < .05$; $\eta^2 = .06$. Het hoofdeffect van afstand was bij d2 niet significant, $F(1, 74) = 2.44$; $p = .12$. Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect tussen dominantie en afstand, $\chi^2(2) = 80.47$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .59$). Na deze correctie bleek dat het interactie-effect tussen dominantie en afstand bij d2 significant was, $F(1.17, 86.53) = 4.43$; $p < .05$; $\eta^2 = .06$. Op de grafieken is te zien dat bij de dt-dominante werkwoorden de pauzetijd bij d2 langer was bij een grote afstand dan bij een kleine afstand. Bij de d-dominante werkwoorden en de werkwoorden met gelijke frequentie is dit verschil nauwelijks te zien.

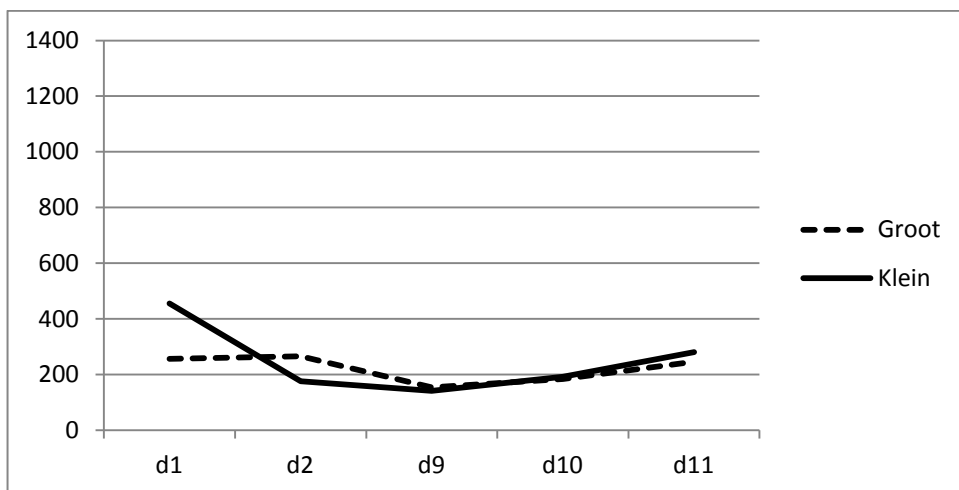
Bij d11 gaf Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het hoofdeffect van dominantie, $\chi^2(2) = 33.24$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .65$). Na deze correctie werd significantie bij d11 bereikt voor het hoofdeffect van dominantie, $F(1.29, 55.60) = 16.39$; $p < .01$; $\eta^2 = .28$. Er was ook een significant hoofdeffect van afstand, $F(1, 43) = 29.79$; $p < .01$; $\eta^2 = .41$. Mauchly's test aan dat de sphericity geschonden werd voor het interactie-effect, $\chi^2(2) = 37.86$; $p < .01$. Daarom werd de vrijheidsgraad gecorrigeerd door middel van Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .63$). Na deze correctie bleek dat bij d11 ook het interactie-effect tussen frequentie en afstand significant was, $F(1.26, 53.95) = 20.41$; $p < .01$; $\eta^2 = .32$. Op de grafieken is te zien dat bij de werkwoorden met gelijke frequentie de pauzetijd aanzienlijk langer was bij grote afstand dan bij kleine afstand. Bij de d-dominante werkwoorden is dit verschil ook vast te stellen, maar het verschil is veel minder groot. Bij de dt-dominante werkwoorden was er nauwelijks een verschil tussen grote en kleine afstand.

Bij de overige digrafen werden geen significante resultaten vastgesteld.

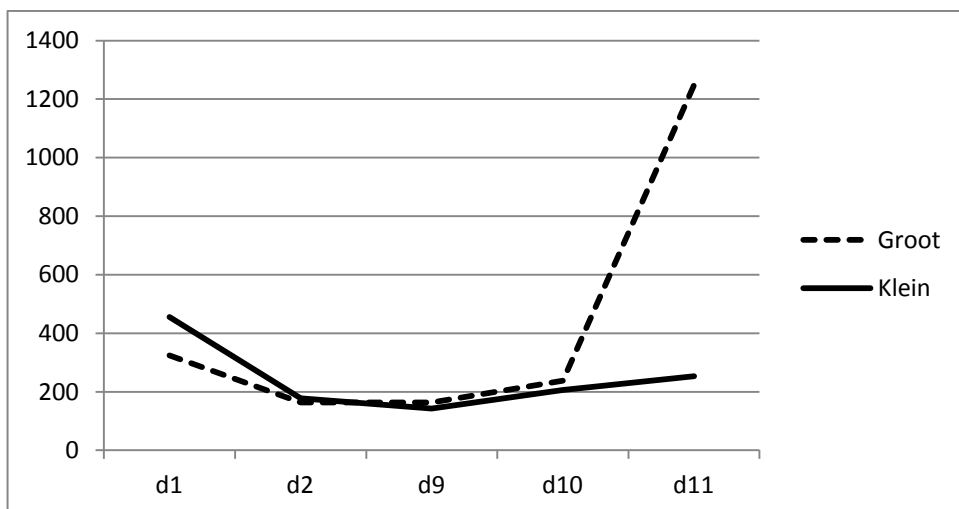
Figuur 16. Pauzetijden bij d-dominante werkwoorden, op basis van afstand



Figuur 17. Pauzetijden bij dt-dominante werkwoorden, op basis van afstand



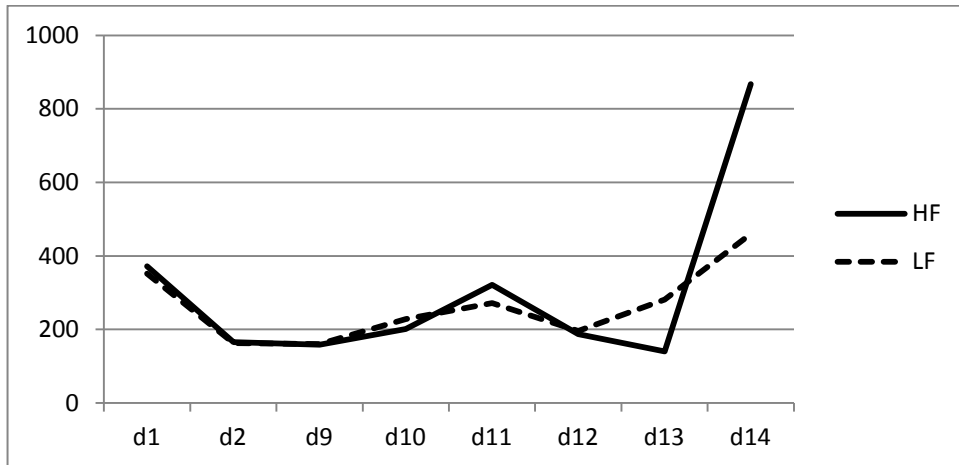
Figuur 18. Pauzetijden bij werkwoorden met gelijke frequentie, op basis van afstand



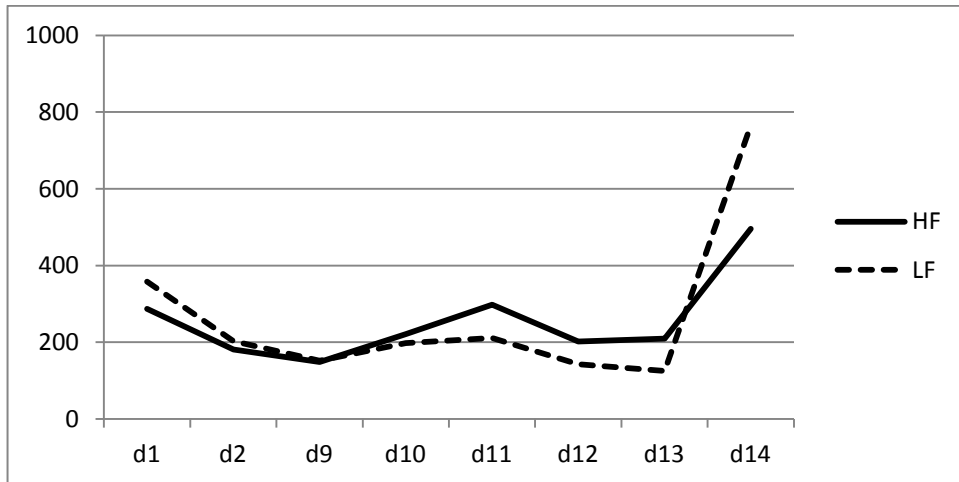
Dominantie en frequentie

Figuur 19, figuur 20 en figuur 21 tonen respectievelijk de pauzetijden bij d-dominante en dt-dominante werkwoorden en bij werkwoorden met gelijke frequentie, op basis van frequentie. Bij werkwoorden met gelijke frequentie is dit op basis van de suffix (-*d* of -*dt*). Er waren geen significante interactie-effecten. Op de grafieken zien we wel dat de pauzetijd bij d11 het langste is bij de werkwoorden met gelijke frequentie van -*d* en -*dt*.

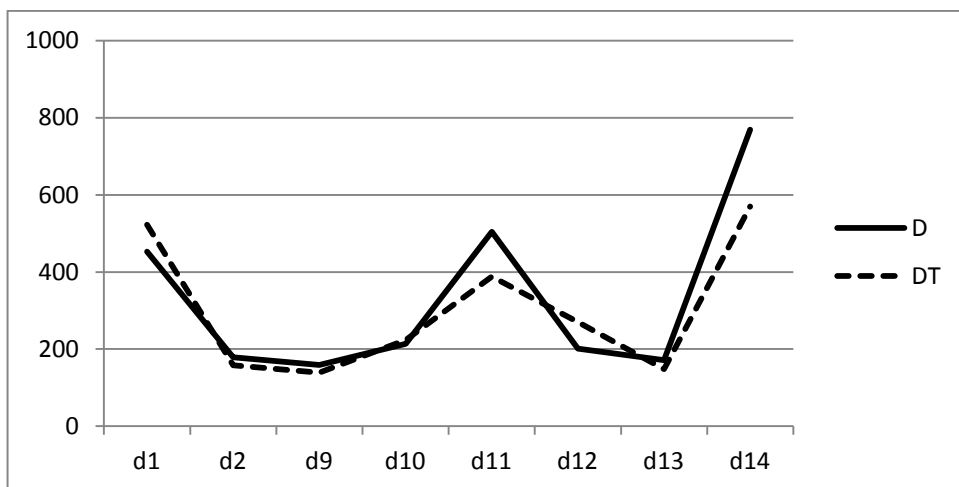
Figuur 19. Pauzetijden bij d-dominante werkwoorden, op basis van frequentie



Figuur 20. Pauzetijden bij dt-dominante werkwoorden, op basis van frequentie



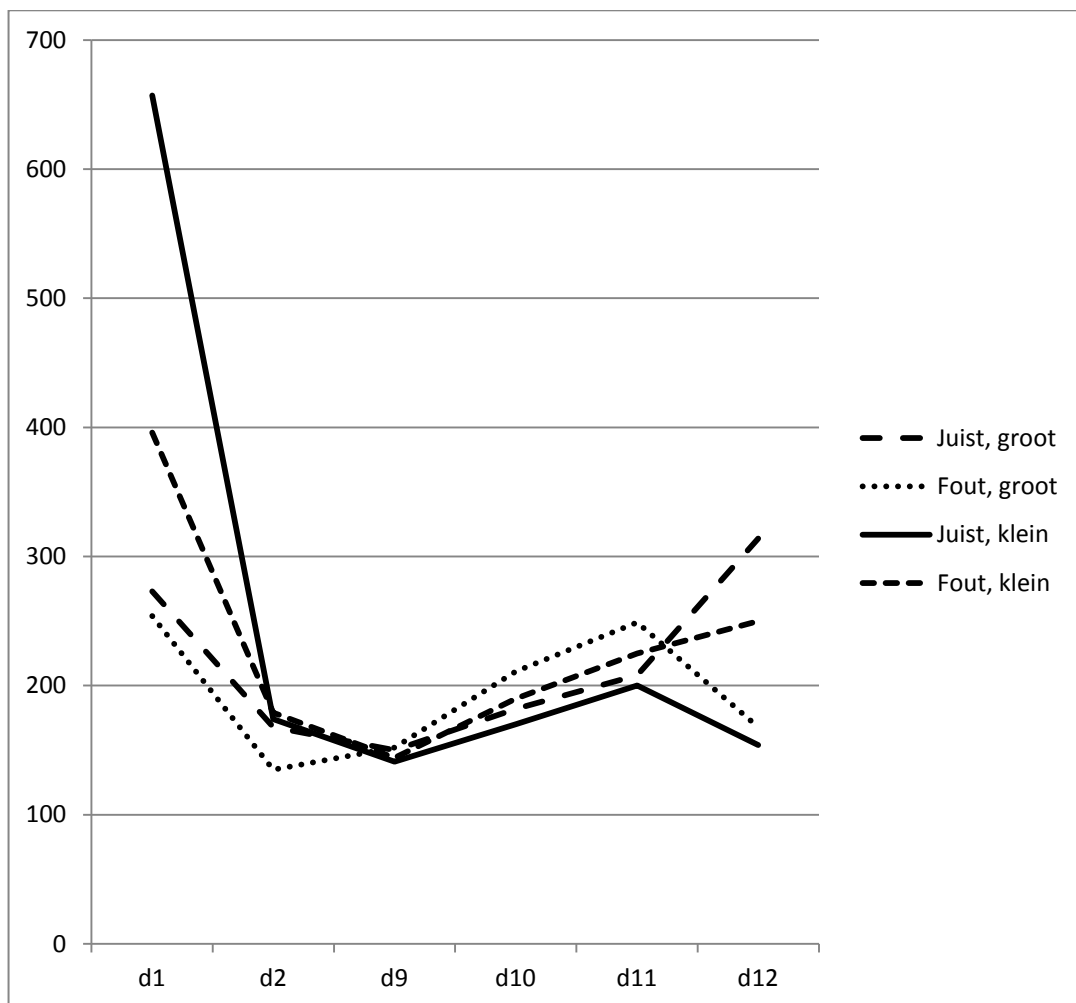
Figuur 21. Pauzetijden bij werkwoorden met gelijke frequentie, op basis van frequentie (suffix)



Afstand en correctheid

Figuur 22 toont de pauzetijden op basis van afstand en correctheid. Er waren geen significante interactie-effecten. Op de grafiek zijn echter de divergerende pauzetijden bij d1 goed te zien. We zien dat er langer gepauzeerd werd vlak voor werkwoordvormen met kleine afstand dan bij vormen met grote afstand. Van de vormen met kleine afstand werd er bij d1 bovendien langer gepauzeerd wanneer de vorm juist gespeld werd dan wanneer de vorm fout gespeld werd. Bij de vormen met grote afstand was dit ook zo, maar met een veel geringer verschil tussen de juist en fout gespelde vormen. We merken bovendien op dat de verschillen bij d11 niet groot zijn.

Figuur 22. Pauzetijden op basis van afstand en correctheid

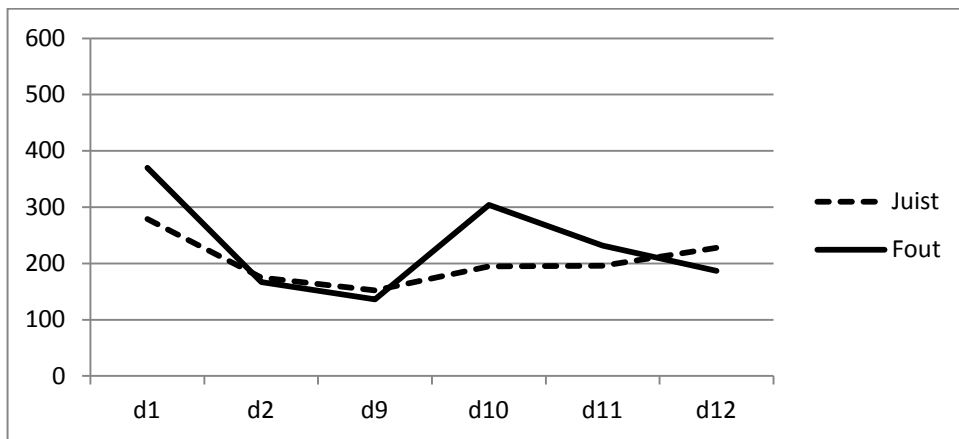


Frequentie en correctheid

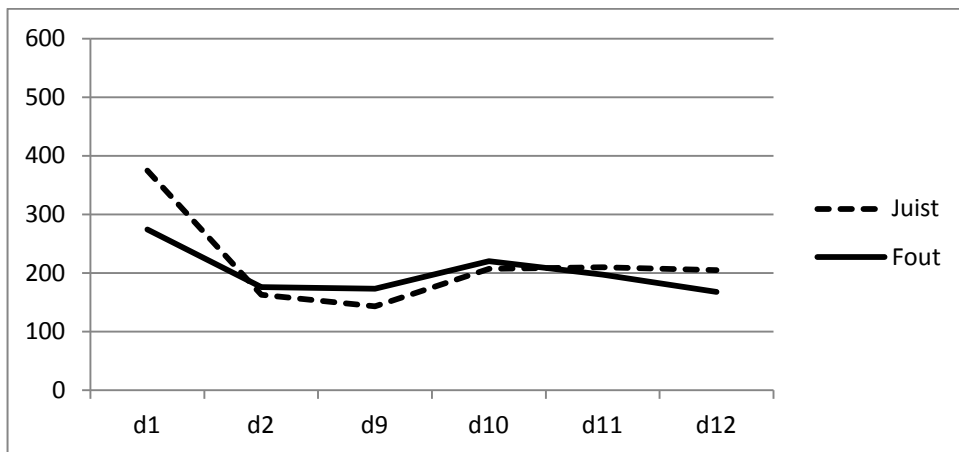
Figuur 23, figuur 24 en figuur 25 tonen respectievelijk de pauzetijden bij hoogfrequente, laagfrequente en gelijkfrequente vormen, op basis van correctheid. Er waren geen significante interactie-effecten.

We merken op dat op de grafiek duidelijk te zien is dat bij de gelijkfrequente vormen de pauzetijden bij d11 langer waren dan bij de hoog- en laagfrequente vormen, met name bij de foute vormen. Bij de hoogfrequente vormen is er bij d11 geen verschil tussen juist of fout, maar wel bij d10. Daar was bij de fout gespeelde vormen de pauzetijd namelijk langer dan bij juist gespeelde vormen. Bij de laagfrequente vormen was er zowel bij d10 als bij d11 geen verschil tussen de juist en fout gespeelde vormen.

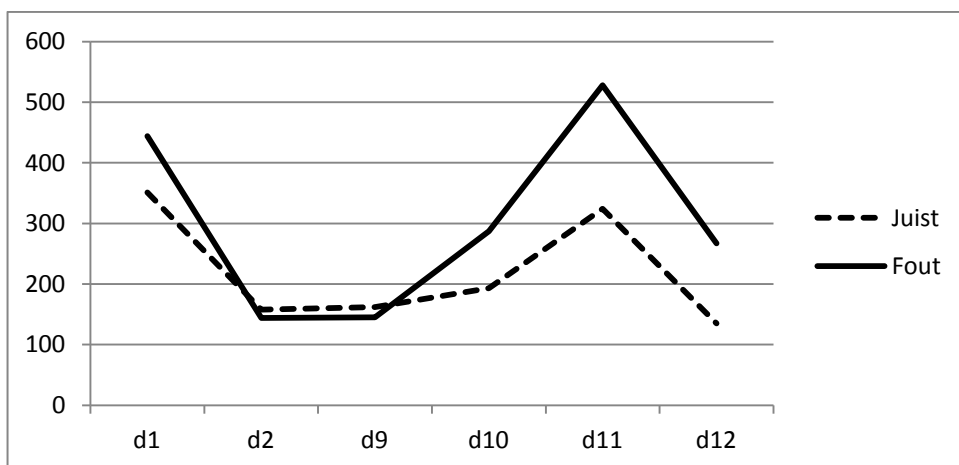
Figuur 23. Pauzetijden bij hoogfrequente vormen, op basis van correctheid



Figuur 24. Pauzetijden bij laagfrequente vormen, op basis van correctheid



Figuur 25. Pauzetijden bij gelijkfrequente vormen, op basis van correctheid

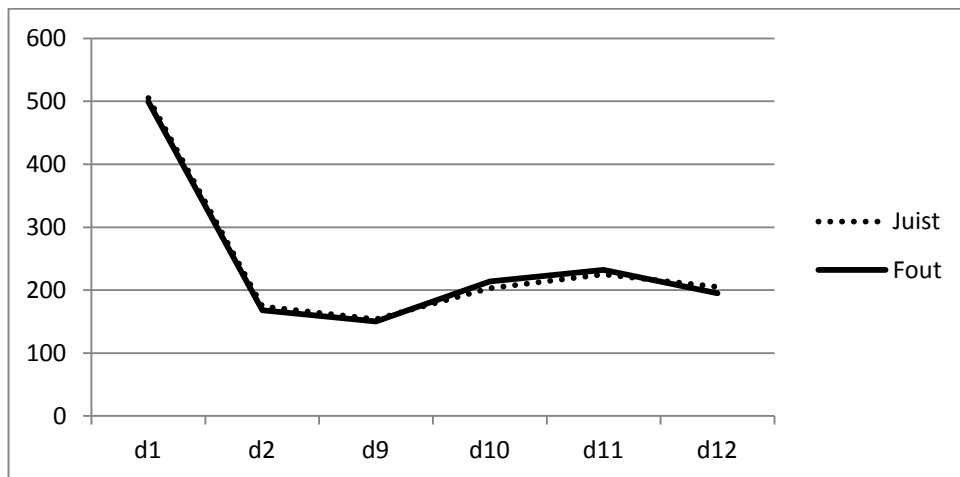


Dominantie en correctheid

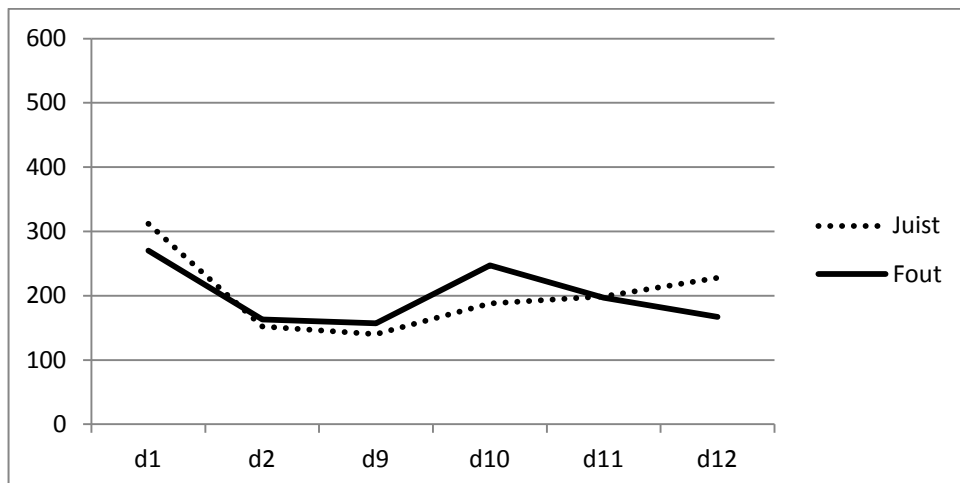
Figuur 26, figuur 27 en figuur 28 tonen respectievelijk de pauzetijden bij d-dominante werkwoorden; dt-dominante werkwoorden; en werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt*, op basis van correctheid. Er waren geen significante interactie-effecten.

We merken op dat op de grafieken te zien is dat de pauzetijden bij de d-dominante werkwoorden zeer sterk gelijklopen, er was geen verschil tussen de juiste en foute vormen. Bij de werkwoorden met gelijke frequentie valt dan weer op dat bij d11 de pauzetijden veel hoger liggen dan bij de hoog- en laagfrequente vormen. Bij de foute vormen was de pauzetijd hier langer dan bij de juiste vormen. We zien bovendien dat er ook bij d10 een verschil tussen juiste en foute vormen was bij de dt-dominante werkwoorden alsook bij de werkwoorden met gelijke frequentie. De pauzetijd was in beide gevallen langer bij foute vormen dan bij juiste vormen.

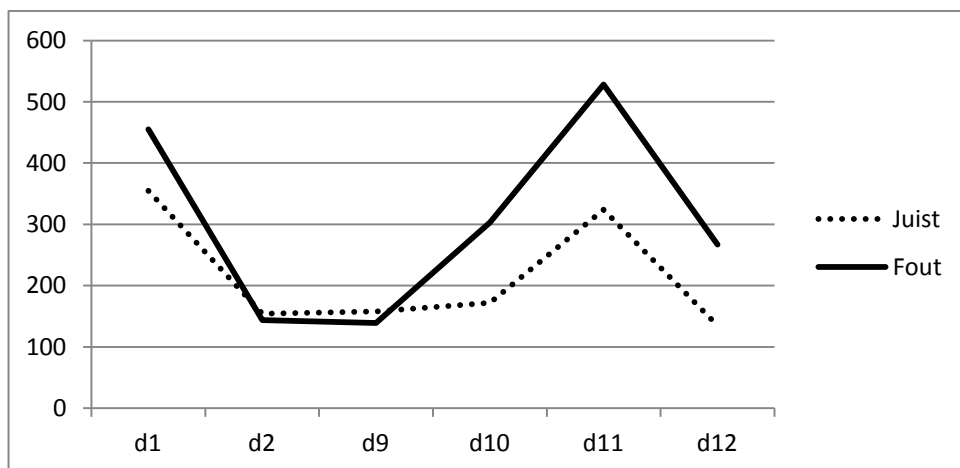
Figuur 26. Pauzetijden bij d-dominante werkwoorden, op basis van correctheid



Figuur 27. Pauzetijden bij dt-dominante werkwoorden, op basis van correctheid



Figuur 28. Pauzetijden bij werkwoorden met gelijke frequentie, op basis van correctheid



3.3. Conclusie bij experiment 1

Met deze tussentijdse conclusie geven we een overzicht en interpretatie bij de resultaten van experiment 1. We bespreken afzonderlijk de resultaten van de productanalyse en de procesanalyse.

3.3.1. Product

Bij de product-analyse van ons experiment bleek dat we de bevindingen van Sandra et al. (1999) slechts gedeeltelijk hebben gereproduceerd. In wat volgt geven we een overzicht van de vastgestelde resultaten.

Het effect van afstand was eenduidig aanwezig: bij een grotere afstand tussen onderwerp en werkwoord werden meer fouten gemaakt dan bij een kleine afstand. Er waren geen significante interactie-effecten tussen afstand en frequentie enerzijds en afstand en dominantie anderzijds. Het effect van afstand werd dus niet beïnvloed door de effecten van frequentie of dominantie. Bij het effect van frequentie stelden we, tegen de verwachtingen in, geen significante invloed vast. Door te kijken naar het effect van frequentie bij elk soort dominantie afzonderlijk, kunnen we deze vaststelling nuanceren. Het interactie-effect tussen dominantie en frequentie bleek immers significant te zijn.

De dt-dominante werkwoorden en de werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt* vertoonden het verwachte foutenpatroon. Bij de dt-dominante traden bij de laagfrequente vormen meer fouten op dan bij de hoogfrequente vormen. Bij de werkwoorden met gelijke frequentie waren er meer fouten bij de vormen met *-d*, maar het verschil was veel minder groot dan bij de dt-dominante werkwoorden. Het onverwachte foutenpatroon vertoonden de d-dominante werkwoorden: de hoogfrequente vorm werd vaker fout geschreven dan de laagfrequente vorm. Het verschil was echter niet zo groot als bij de dt-dominante werkwoorden. De laagfrequente vormen werden immers bijna net zo vaak foutief gespeld als de hoogfrequente vormen. De vormen met *-dt* werden bij de d-dominante werkwoorden bovendien veel vaker foutief gespeld dan de vormen met *-d* bij de dt-dominante werkwoorden. In die zin is de verhouding in de foutenpercentages bij d-dominante werkwoorden niet geheel omgekeerd.

We kunnen het vastgestelde effect van frequentie bij de d-dominante werkwoorden moeilijk verklaren. De proefpersonen kozen onverwacht vaak voor de vorm met *-dt*, ook wanneer de vorm met *-d* de hoogfrequente vorm was en dus prominenter aanwezig was in het mentale lexicon. Mogelijk is dit een gevolg van de context van het dictee. De aanwezigheid van de vele moeilijke woorden, die dienst deden als 'afleiders', zou tot overcompensatie kunnen leiden en dus een overmatig gebruik van het suffix *-dt*. De proefpersonen gaven mogelijk de voorkeur aan de 'complexere' vorm met *-dt*, ook al werd de vorm met suffix *-d* door het mentale lexicon naar voor geschoven. Wat de verklaring ook is, het overmatig gebruik van *-dt* bij de d-dominante werkwoorden leidt ons tot het vermoeden dat het foutenpatroon bij de dt-dominante werkwoorden niet geheel het gevolg was van het effect van frequentie. Toch kunnen we met vrij

grote zekerheid zeggen dat frequentie wel degelijk een invloed had op het foutenpatroon. Bij de d-dominante werkwoorden werden de vormen met *-dt* immers veel vaker fout gespeld dan bij de dt-dominante werkwoorden.

Ten slotte vermelden we nog het interactie-effect tussen de drie variabelen afstand, frequentie en dominantie. De effecten van elk van de drie variabelen afzonderlijk, bleken dus afhankelijk te zijn van de effecten van de twee andere variabelen.

3.3.2. Proces

In wat volgt bespreken we de pauzetijden op basis van de plaats waar deze zich voordeden in het werkwoord, met andere woorden op basis van de genummerde digrafen. Telkens komen eerst de significante effecten aan bod. Ook enkele interessante pauzepatronen die we vaststelden op basis van de grafieken, die echter niet significant waren, worden kort aangehaald. De niet-significante resultaten dienen uiteraard met de nodige omzichtigheid benaderd te worden. We geven ook een interpretatie aan de pauzetijden, door ze toe te schrijven aan de mogelijke cognitieve processen die aan de basis ervan lagen. Tot slot geven we een samenvatting van de cognitieve processen die we uit de pauzetijden concludeerden.

d1: vóór het werkwoord

Bij de eerste digraaf, namelijk de pauzetijd tussen de spatie en de eerste letter van het werkwoord, stelden we een significant effect van afstand vast. Bij een kleine afstand werd er significant langer gepauzeerd dan bij een grote afstand. Het lijkt erop dat de proefpersonen bij een kleine afstand aan het begin van het werkwoord meer mentale inspanning leverden om de correcte werkwoordspelling te achterhalen, nog voor ze het werkwoord begonnen te schrijven. Mogelijk wachtten de proefpersonen het onderwerp af, mentaal en/of auditief. Door de inversie volgde het onderwerp, dat de benodigde grammaticale informatie bevatte, immers vlak na het vervoegde werkwoord. Bij een grote afstand lijken de proefpersonen de mentale inspanning voor het toepassen van de spellingsregel meer te hebben uitgesteld tot ze de werkwoorduitgang bereikten. Wanneer de benodigde informatie voor het toepassen van de spellingsregel niet meteen binnen bereik was, werd de mentale activiteit met andere woorden uitgesteld tot het laatste moment, namelijk tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang. We merken op dat de effectgrootte bij d1 ($\eta^2 = .14$) groter was dan bij d11 ($\eta^2 = .05$).

Hoewel de variabele correctheid geen significant effect had op d1, zien we bij de grafieken van de gecombineerde variabelen afstand en correctheid een patroon dat onze interpretatie van de mentale activiteit bij d1 bevestigt. We zien dat bij een kleine afstand de pauzetijden van juist gespelde vormen heel wat langer waren dan die van de fout gespelde vormen. Bij een grote afstand was deze variatie niet zo groot. Het lijkt erop dat een langere mentale inspanning vlak vóór het werkwoord, de kans op de keuze van de correcte werkwoordspelling verhoogde, maar alleen bij de werkwoorden met een kleine afstand tussen onderwerp en werkwoord.

Voor het effect van afstand op d1 zou er ook een bijkomende verklaring kunnen zijn. Zoals aangehaald in de inleiding, zijn pauzes tussen tekstuele eenheden langer naargelang het 'niveau' van deze eenheden hoger is (Wengelin, 2006). Bij een korte afstand zou het niveau hoger kunnen zijn, aangezien werkwoord en onderwerp, die grammaticaal bij elkaar horen, vlak naast elkaar stonden. Daardoor vormden beide woorden een soort eenheid. Dit was niet het geval bij de vormen met grote afstand, het werkwoord had in dat geval een minder hechte connectie met het volgende woord of het was het laatste woord van de zin. Dit mogelijk verschil in niveau bij grote en kleine afstand, zou een invloed kunnen hebben op de pauzetijd bij d1. Hoewel het beschreven effect niet uit te sluiten is, veronderstellen we dat de pauze vóór de werkwoordvormen met korte afstand (ook) gekenmerkt werd door de mentale activiteit voor het selecteren van het juiste suffix.

Naast afstand leken ook frequentie en dominantie een invloed te hebben op d1. Hoewel deze variabelen geen significante effecten teweegbrachten, bespreken we kort de pauzepatronen zoals we die uit de grafieken kunnen afleiden. De pauzetijden waren bij d1 het langste bij de gelijkfrequente vormen, en het kortste bij de hoogfrequente vormen. Het verschil tussen de hoog- en laagfrequente vormen was echter niet zo groot. Een gelijkaardig patroon zien we ook op basis van dominantie: bij de werkwoorden met gelijke frequentie was de pauzetijd bij d1 langer dan bij de d-dominante en dt-dominante werkwoorden. Bij deze laatste twee waren de pauzetijden van d1 nagenoeg gelijk. Door de langere pauzes bij gelijkfrequente vormen (ook bij d11, zie verder) vermoeden we dat deze vormen meer mentale inspanning vergden van de proefpersonen dan de andere vormen.

d11: tussen *d* en *t*

Bij d11, de pauzetijd tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang, was er net als bij d1 een significant effect van afstand. Deze pauzetijd was significant langer bij een grote afstand dan bij een kleine afstand ($\eta^2 = .05$). Zoals reeds aangehaald bij de bespreking van d1, ging een langere pauze bij d11 bovendien gepaard met een kortere pauze bij d1 en omgekeerd. Het vermoedelijke cognitieve proces dat hiermee gepaard zou zij gegaan, werd reeds besproken bij de analyse van d1: we vermoeden dat het toepassen van de spellingsregel bij grote afstand wordt uitgesteld omdat het onderwerp niet meteen bereikbaar is. Daardoor vond de mentale activiteit pas plaats tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang.

Anders dan bij de pauzetijd van d1 bij kleine afstand, was de verhoogde mentale inspanning bij d11 niet erg succesvol. Fout gespelde vormen gingen gepaard met een veel langere pauze tussen de *d* en de *t* dan juist gespelde vormen. Dit effect was significant en had een vrij grote effectgrootte in vergelijking met de andere effectgroottes ($\eta^2 = .16$). Een langere mentale activiteit tussen *d* en *t* had dus niet tot gevolg dat de juiste spellingskeuze gemaakt werd. Bij fout geschreven vormen namen de proefpersonen weliswaar lang de tijd vooraleer ze een *t* toevoegden aan de werkwoorduitgang, maar ze slaagden er niet in om de spellingsregel toe te passen. We veronderstellen twee scenario's: de proefpersonen gingen tijdens deze pauze niet op zoek naar de nodige grammaticale informatie, of ze vonden deze niet tijdig. Aangezien de

pauzetijd bij d11 groter was bij een grote afstand, is het niet onwaarschijnlijk dat het onderwerp niet gevonden werd.

De langere pauzetijd bij d11 kwam vooral voor bij de gelijkfrequente vormen. De pauzetijd van d11 werd significant beïnvloed zowel door frequentie als door dominantie (beide $\eta^2 = .08$). De pauze was bij gelijkfrequente vormen significant langer dan bij de andere vormen. Zoals bij de bespreking van d1 reeds werd aangehaald, veronderstellen we op basis van deze resultaten dat de werkwoorden met gelijke frequentie meer mentale inspanning vergen dan de andere vormen.

Er was voor d11 tot slot een significant interactie-effect tussen frequentie en afstand, alsook tussen dominantie en afstand. De effectgroottes waren bij deze effecten zeer groot in vergelijking met de andere significante effecten, respectievelijk $\eta^2 = .30$ en $\eta^2 = .32$. Het effect van afstand was bij gelijkfrequente vormen duidelijker te zien dan bij de andere vormen: bij gelijkfrequente vormen met een grote afstand was de gemiddelde pauzetijd bij d11 zeer lang. Bij de laagfrequente vormen en de d-dominante werkwoorden is dit effect ook waar te nemen, maar het verschil tussen grote en kleine afstand was daar minder groot. Bij de hoogfrequente vormen en de dt-dominante werkwoorden zien we dit verschil niet.

We concluderen dat de mentale inspanningen tussen de *d* en de *t* beduidend zwaarder waren bij de gelijkfrequente vormen met grote afstand, en in mindere mate bij de laagfrequente vormen en de d-dominante werkwoorden met grote afstand. We vermeldden reeds het vermoeden dat de gelijkfrequente vormen een zwaardere mentale inspanning vergden dan de andere vormen. De grote afstand versterkte dit effect blijkbaar aanzienlijk, zoals blijkt uit de lange pauzetijd bij d11.

d2, d9 en d10: andere posities

Bij d2, de pauzetijd tussen de twee eerste letters van de werkwoordvorm, was er een significant interactie-effect tussen frequentie en afstand ($\eta^2 = .04$). De pauzetijd was bij de laagfrequente vormen langer bij grote afstand dan bij kleine afstand. Ook was er een significant interactie-effect tussen dominantie en afstand ($\eta^2 = .06$). We zien dat de pauzetijd met name bij de dt-dominante werkwoorden langer was bij grote afstand. Uit deze twee effecten maken we op dat het effect van frequentie zich bij d2 vooral situeerde bij de dt-dominante werkwoorden. Bij de dt-dominante werkwoorden veroorzaakten de laagfrequente vormen een langere mentale inspanning bij d2. We kunnen dit effect moeilijk verklaren, het is onduidelijk om welke mentale activiteit het hier gaat en waarom die zich bij d2 situeert.

Andere significante effect stelden we vast bij d9 en d10, de digrafen die voorafgaan aan de digraaf tussen *d* en *t*. Zowel op d9 als op d10 had dominantie een significant effect (beide $\eta^2 = .05$). De paarsgewijze vergelijking wees uit dat het verschil bij d9 enkel optrad tussen d-dominante en dt-dominante werkwoorden. Bij d10 wees de paarsgewijze vergelijking dan weer uit dat enkel het verschil was tussen dt-dominant en gelijkfrequent. Het effect van dominantie op d9 en d10 is wegens de onregelmatige effecten die de paarsgewijze vergelijking uitwezen moeilijk te verklaren. In elk geval is duidelijk dat de pauzetijden die voorafgingen aan d11,

significant beïnvloed werden door dominantie, en dat het pauzepatroon bij de werkwoorden met gelijke frequentie verschilde van dat van de d-dominante en dt-dominante werkwoorden. We concluderen dat de mentale inspanning zich dus niet alleen tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang bevonden, maar ook eraan voorafgingen, en wel voornamelijk bij de werkwoorden met gelijke frequentie.

Variaties tussen de pauzetijden bij verschillende posities

Hoewel de verschillen tussen de digrafen met een verschillend nummer niet statistisch onderzocht werden, kijken we toch even naar de patronen die we uit de grafieken kunnen opmaken. In de eerste plaats valt de stijgende lijn op die begint bij d9 en reikt tot en met d11. Bij d12 (*t_spatie*) daalt het patroon, maar stijgt weer vanaf de volgende digraaf d13 (*d_spatie*). Het verschil tussen d12 en d13, beide tussen de laatste letter en een spatie, kan als volgt verklaard worden. Bij d11, tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang, werd er opvallend lang gepauzeerd. Aangezien de keuze voor *t* meestal na lange overweging genomen werd, lijkt het logisch dat er na de *t* minder lang nagedacht moet worden. Na de *d* werd er waarschijnlijk nog overwogen of er nog een *t* toegevoegd zou worden of niet. Dat verklaart de langere pauzes na de *d* voor een spatie. Het verschil tussen de pauzetijd na de *d* en *t* op het einde van het werkwoord is trouwens ook terug te vinden bij d14 (*t_leesteken*) en d15 (*d_leesteken*).

De pauzetijden bij d14 en d15 zijn veel langer dan die van de andere digrafen, wat vermoedelijk deels te wijten is aan het leesteken. Het typen van een leesteken duurt immers langer dan het typen van een letter. De mogelijkheid is echter groot dat er voor het typen van het leesteken, gecontroleerd werd of er gekozen werd voor de correcte werkwoordspelling. Het leesteken betekent namelijk de bevestiging van de gekozen werkwoordspelling, wat een extra lange overwegingstijd teweeg zou kunnen brengen. Bovendien was de tijdsdruk hier minder groot, aangezien het gaat over het einde van de zin.

De cognitieve processen samengevat

In wat volgt vatten we onze interpretaties van de vastgestelde pauzetijden samen. Het gaat om de cognitieve processen die we toeschrijven aan die pauzes. We benadrukken dat het hier slechts gaat om vermoedens, die bovendien gedeeltelijk op niet-significante of ononderzochte effecten gebaseerd zijn. Dat laatste is het geval bij de vergelijking van digrafen met een verschillende positie in het werkwoord.

De locatie en het succes van mentale activiteit leken te verschillen op basis van de afstand tussen onderwerp en werkwoord. Bij een kleine afstand situeerde de mentale activiteit zich meer vóór het werkwoord en was daar ook succesvol. Hoe langer deze pauze voor een werkwoord met kleine afstand, hoe meer succes bij het toepassen van de spellingsregel. Bij een grote afstand situeerde de mentale activiteit zich eerder tussen de *d* en de *t* van de werkwoorduitgang. Het toepassen van de spellingsregel lijkt bij grote afstand uitgesteld te worden tot de keuze tussen *-d* of *-dt* zich opdringt (bij d11). Dit 'uitstelgedrag' verklaren we door

het feit dat de benodigde informatie (het onderwerp) wegens de grote afstand tussen onderwerp en werkwoord niet meteen binnen bereik was.

De verhoogde mentale activiteit bij d11 was echter minder succesvol dan de verhoogde mentale activiteit bij d1 (bij een kleine afstand). Hoe langer de proefpersonen pauzeerden tussen d en t , hoe minder succesvol ze waren in het toepassen van de spellingsregel. We vermoeden dat ze ofwel niet op zoek gingen naar de benodigde informatie (het onderwerp), of deze niet op tijd konden vinden als gevolg van de afstand tussen onderwerp en werkwoord.

We stelden vast dat de mentale activiteit het intensiefst was bij de werkwoorden met gelijke frequentie. Dit leek zo te zijn vlak voor het werkwoord, maar het effect was het duidelijkst tussen d en t . We leiden hieruit af dat de werkwoorden met gelijke frequentie de moeilijkste zijn en dus de meeste mentale inspanning vergen. Het effect van afstand was ook vooral te zien bij de gelijkfrequente vormen. Bij gelijkfrequente vormen met grote afstand was er een opvallend lange mentale activiteit tussen d en t . We vermoeden dat de grotere mentale inspanningen bij gelijkfrequente vormen het gevolg is van het gebrek aan een dominant woordbeeld in het mentale lexicon, de vormen met $-d$ en $-dt$ komen immers ongeveer even vaak voor. Bovendien zijn de absolute frequenties van de door ons geselecteerde gelijkfrequente werkwoorden lager dan die van de d -dominante en dt -dominante werkwoorden, waardoor de vertrouwdheid met deze vormen op zich minder ontwikkeld is.

Naast de effecten bij d1 en d11, stelden we ook significante effecten vast bij d2, d9 en d10. Deze waren moeilijker om te interpreteren. Bij d2 concludeerden we dat het effect van frequentie zich bij d2 vooral situeerde bij de dt -dominante werkwoorden, de laagfrequente vormen veroorzaakten daar een langere mentale inspanning bij d2. Om welk mentaal proces het hier gaat en waarom die zich bij d2 situeert, is onduidelijk. Ook bij d9 en d10 was er een significant effect dat moeilijk te interpreteren was, namelijk van dominantie. We concludeerden dat de mentale inspanningen ook aan d11 voorafgingen, en wel voornamelijk bij de werkwoorden met gelijke frequentie.

Tot slot wijzen we nog op de vergelijking van de digrafen met verschillende posities in het werkwoord. Hier hebben we geen statistische analyses doorgevoerd, maar we stelden op basis van de grafieken wel enkele interessante patronen vast die indicators kunnen zijn van de onderliggende cognitieve processen. De mentale activiteit binnenin het woord lijkt reeds te beginnen bij d9 en stijgt tot een hoogtepunt bij d11. Bij d12 neemt de mentale inspanning weer af, we verklaarden dit door te veronderstellen dat de lange mentale inspanning vóór de toevoeging van een t de behoefte aan langere overweging na deze t deed afnemen. Bij d13, na de d , werd waarschijnlijk nog overwogen werd of er nog een t toegevoegd zou worden of niet. Dit effect zien we ook bij d14 en d15.

Tot slot uitten we nog het vermoeden dat de pauzetijden vóór de leestekens zo lang zijn, omdat er nagedacht werd over de werkwoorduitgang. Het leesteken betekent namelijk de bevestiging van het gekozen suffix. Omdat het gaat om het einde van de zin, was de tijdsdruk ook minder groot, wat een extra lange mentale inspanning mogelijk maakte.

4. Resultaten experiment 2

4.1. Inleiding

In deze case study bespreken we meer in detail het schrijfproces van één participant, een 16-jarige jongen die een studierichting in het Technisch Secundair Onderwijs volgt. De proefpersoon maakte een dictee uit het eerste experiment, waarbij zijn oogbewegingspatronen geregistreerd werden. Door deze oogbewegingen te analyseren, proberen we de complementaire mogelijkheden te verkennen van oogbewegingen voor de interpretatie van de pauzepatronen die we in experiment 1 vaststelden.

In wat volgt, wordt eerst het dictee zelf ontleed: we geven een overzicht van de zinnen met homofone werkwoordvormen zoals de proefpersoon ze schreef, alsook van de betreffende werkwoordvormen en hun kenmerken. Er zijn geen gegevens voor het werkwoord *begeleiden*, aangezien de proefpersoon niet in staat was deze zin te voltooien. De proefpersoon schreef dus 17 werkwoordvormen. In de ontleding geven we telkens aan bij welke minuut de zinnen begonnen in het filmpje, zodat de lezer dit zelf ook kan bekijken (4.2. *Ontleding*). De eyetracking-opname is als bijlage opgenomen op de bijgevoegde Cd-rom. Na de ontleding bespreken we de geregistreerde oogbewegingen en de patronen die we daarin konden waarnemen. We illustreren deze oogbewegingen aan de hand van screenshots van het filmpje (4.3. *Analyse*).

4.2. Ontleding

Tabel 10 geeft een overzicht van de zinnen met homofone werkwoorden, zoals de proefpersoon deze neerschreef. De tijdsaanduiding en kenmerken zijn hierin ook opgenomen.

Tabel 10

Ontleding van het eyetracking-filmpje van experiment 2

Minuut	Zin	Kenmerken
04:40	Hoe kon je nu vergeten dat <u>ik</u> wegens mijn status dergelijke gebrekkige accommodatie niet duld .	D-dominant Grote afstand Hoogfrequent Juist
05:40	Tijdens het carnavalsfeest verkleedt ik mij als Assepoester.	D-dominant Kleine afstand Hoogfrequent Fout
06:00	Je kan ervan op aan dat <u>ik</u> het toernooi deze keer in goede banen leid .	Dt-dominant Grote afstand Laagfrequent Juist
07:00	Op basis van haar suggesties verbreed ik alsnog de marge van mijn definitieve resume.	Gelijke frequentie Kleine afstand Uitgang -d Juist
07:30	Natuurlijk vermoordt hij geen mensen met een vijltje, dat doet hij met een bazoeka.	D-dominant Kleine afstand Laagfrequent Juist
08:30	Nu ik met de trein naar m'n werk ga verslind ik elke maand een stuk of vijf stationsromannetjes.	Dt-dominant Kleine afstand Laagfrequent Juist
09:10	Het verhaal doet de ronde dat <u>hij</u> uit oprechte barmhartigheid ook de ongelovige gevangenen bevreidt .	D-dominant Grote afstand Laagfrequent Afwijkende spelling
10:05	Sinds enkele jaren houdt zij niet meer van James Bond films.	Dt-dominant Kleine afstand Hoogfrequent Juist
13:10	Totaal onverwacht scheldt hij de essayist uit omwille van een fait-diver.	Gelijke frequentie Kleine afstand Uitgang -dt Juist

14:25	Spijtig genoeg is het zover gekomen dat <u>hij</u> het gebruik van mariuana in de lounge <u>verbied</u> .	Gelijke frequentie Grote afstand Uitgang -dt Fout
16:00	Sinds mensenheugenis <u>rijdt</u> <u>hij</u> overal rond met een blauwe Deuxcheveaux.	Dt-dominant Kleine afstand Hoogfrequent Juist
16:30	Hij lacht me uit omdat <u>ik</u> me uit pure stupiditeit aan het groentenmes <u>snijdt</u> .	Gelijke frequentie Grote afstand Uitgang -d Fout
17:30	Ik ben razend omdat <u>hij</u> sinds gisteren uit principiële overwegingen elke hulp <u>versmaad</u> .	Gelijke frequentie Grote afstand Uitgang -dt Fout
18:00	Ondanks mijn enthousiasme <u>duidt</u> <u>ik</u> de informatie niet op de juiste manier.	Dt-dominant Kleine afstand Laagfrequent Fout
18:55	Is het je nog niet opgevallen, dat <u>hij</u> door te spelen met die videospelletjes agressief <u>wordt</u> ?	Dt-dominant Grote afstand Hoogfrequent Juist
19:30	Sinds jaar en dag <u>bestrijd</u> <u>ik</u> het dictatoriaal regime van de voormalige guerillia leider.	Gelijke frequentie Kleine afstand Uitgang -d Juist
20:30	Na een week palaveren <u>aanvaardt</u> <u>hij</u> eindelijk de consequenties van zijn daden.	D-dominant Kleine afstand Laagfrequent Juist

4.3. Analyse

4.3.1. Inleiding

In wat volgt analyseren we de oogbewegingen bij de zinnen die een homofoon werkwoord bevatten. We hopen dat met name de oogbewegingen bij d1 en d9, d10 en d11 aanwijzingen kunnen bevatten voor de cognitieve processen. Deze digrafen vertoonden bij experiment 1 immers de opvallendste pauzetijden. Bovendien verwachten we dat de oogbewegingen tussen onderwerp en werkwoord bijkomende inzichten kunnen verschaffen over de cognitieve processen. Het onderwerp bevat immers de grammaticale informatie voor de keuze van het juiste suffix. De oogbewegingen kunnen ons mogelijk tonen of er bij langere pauzes al dan niet naar deze informatie gezocht wordt. We vermoeden dat de voornamelijk de afstand tussen het onderwerp en het werkwoord een invloed zal hebben op deze oogbewegingen. We maken daarom het onderscheid tussen de bewegingen bij grote afstand, die als eerste aan bod komen, en de bewegingen bij kleine afstand, die vervolgens besproken worden. De interessantste oogbewegingspatronen worden gerapporteerd in de tekst, de overige screenshots zijn te bekijken op de Cd-rom die als bijlage opgenomen is. De mogelijke cognitieve processen die aan de basis van de oogbewegingen liggen, worden meteen geïnterpreteerd.

De screenshots van het eyetracking-filmpje dienen als volgt gelezen te worden. De cirkels geven de fixaties weer: hoe groter de cirkel, hoe langer de proefpersoon zijn blik op dit punt richtte. De lijnen geven de saccades aan, dit zijn de oogbewegingen van het ene naar het andere punt op het scherm. Om de aaneenschakeling van de oogbewegingen weer te geven, maakten we per werkwoord een reeks screenshots die de opeenvolgende bewegingen visualiseren. Om aan te geven in welke richting de oogbewegingen plaatsvonden, voegden we pijlen toe aan de saccades. Deze maken dus geen deel uit van de opname. In de figuren worden de oogbewegingen van elkaar gescheiden door lijnen. We maken een onderscheid tussen de oogbewegingen tijdens de schrijven, en de oogbewegingen tijdens het nalezen. De grens tussen schrijven en nalezen wordt in de figuren aangegeven door een dubbele lijn.

4.3.2. Grote afstand

Verbieden, versmadden en dulden

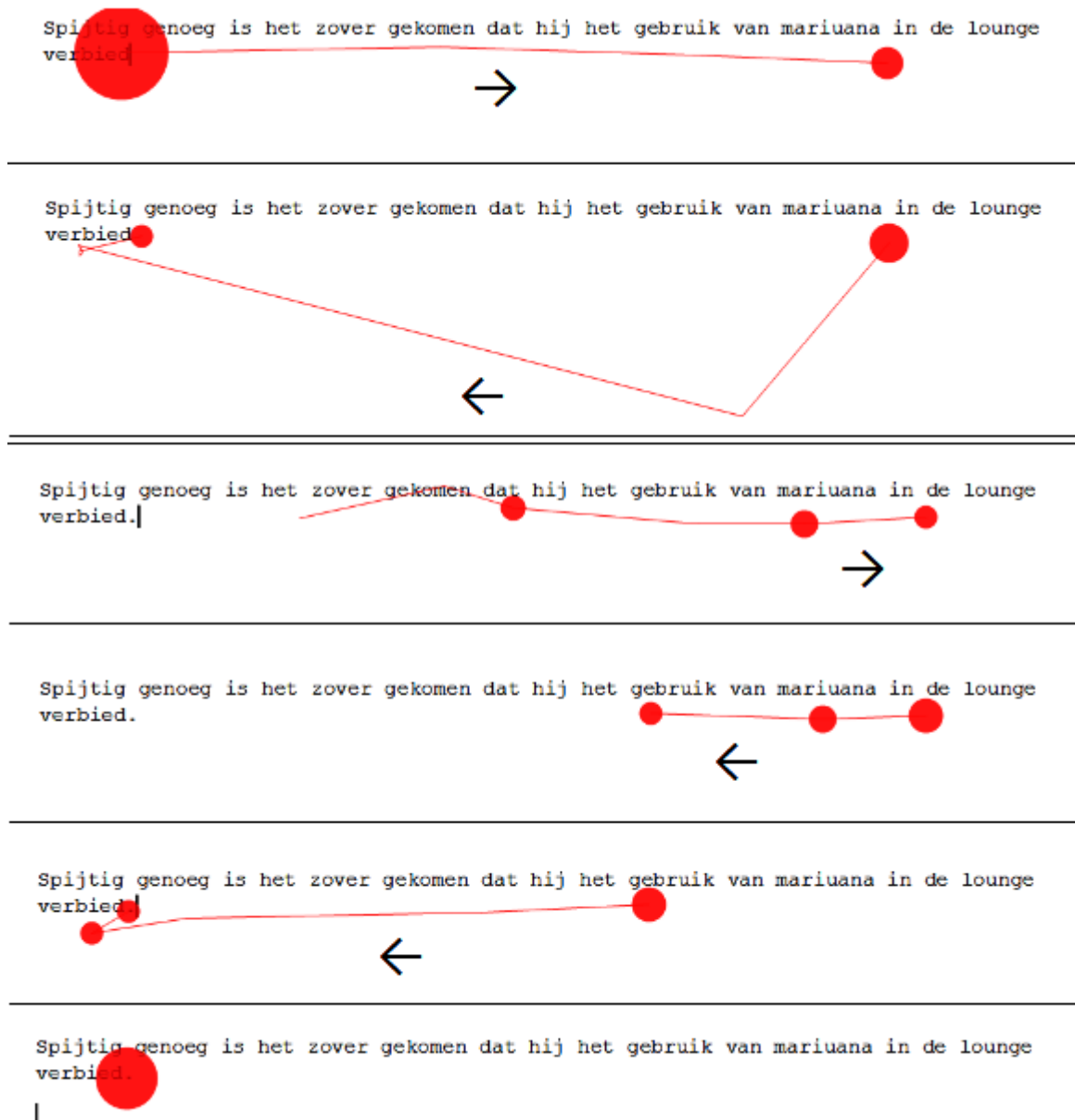
Bij het schrijfproces van de werkwoorden *verbieden*, *versmadden* en *dulden*, werden vergelijkbare oogbewegingen vastgesteld. *Verbieden* en *versmadden* zijn werkwoorden met gelijke frequentie van *-d* en *-dt*. *Dulden* is een d-dominant werkwoord.

Figuur 29 toont de oogbewegingen bij het schrijven en nalezen van de zin met het werkwoord *verbieden*. We zien dat de proefpersoon alvorens hij het leesteken typte, aarzelde en op zoek ging naar de informatie die hij nodig had voor het toepassen van de spellingsregel. Hij slaagde er echter niet in om deze te lokaliseren, waarna hij terugkeerde naar het werkwoord, en het

leesteken schreef. Deze oogbewegingen zijn met andere woorden een indicator voor de mentale activiteit tijdens de pauzetijd van d15 (*d_leesteken*).

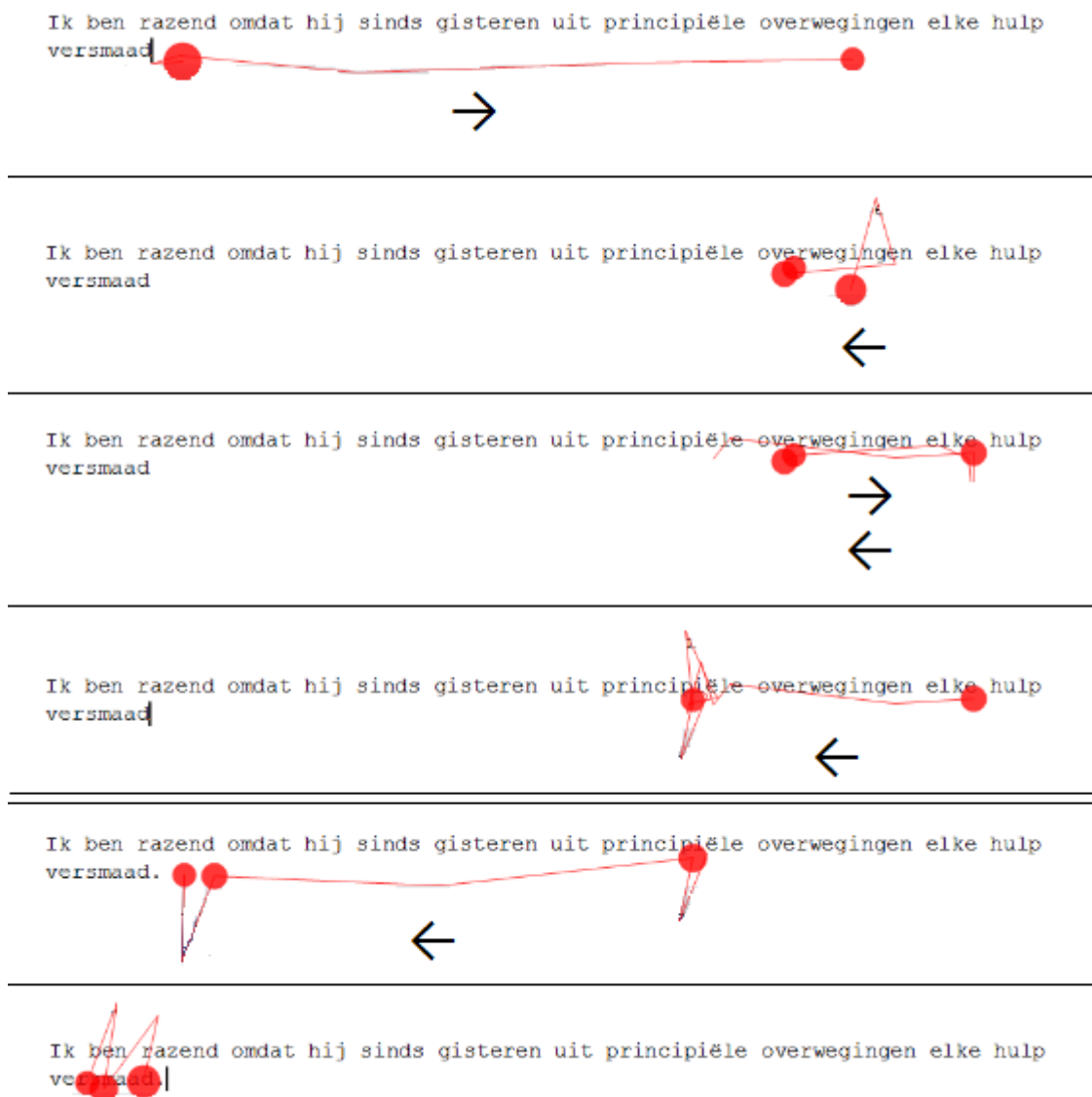
Bij het nalezen leek hij nogmaals op zoek te gaan naar het onderwerp. De uiteindelijke fixatie op de werkwoordvorm lijkt aan te geven dat de proefpersoon zich van zijn fout bewust was, of alleszins twijfelde aan de correctheid van het gekozen suffix.

Figuur 29. Eyetracking-screenshots bij het schrijven en nalezen van de zin met *verbieden*



Een zeer gelijkaardig patroon is vast te stellen bij de zin met het werkwoord *versmaden*. Figuur 30 toont de oogbewegingen bij het schrijven en het nalezen van de zin met dit werkwoord. Ook deze vorm werd verkeerd gespeld. Het lijkt erop dat de proefpersoon, net als bij *verbieden*, op zoek ging naar het onderwerp alvorens het leesteken te typen. Ondanks de vrij uitgebreide oogbewegingen, slaagde hij daar niet in. Hij keerde terug naar het werkwoord en typte het punt. Net als bij de zin met *verbieden*, verkrijgen we hier inzicht in de mentale activiteit tijdens de pauzetijd bij d15. Bij het nalezen waren er verschillende fixaties op de werkwoordvorm, wat kan wijzen op twijfel over de correctheid ervan.

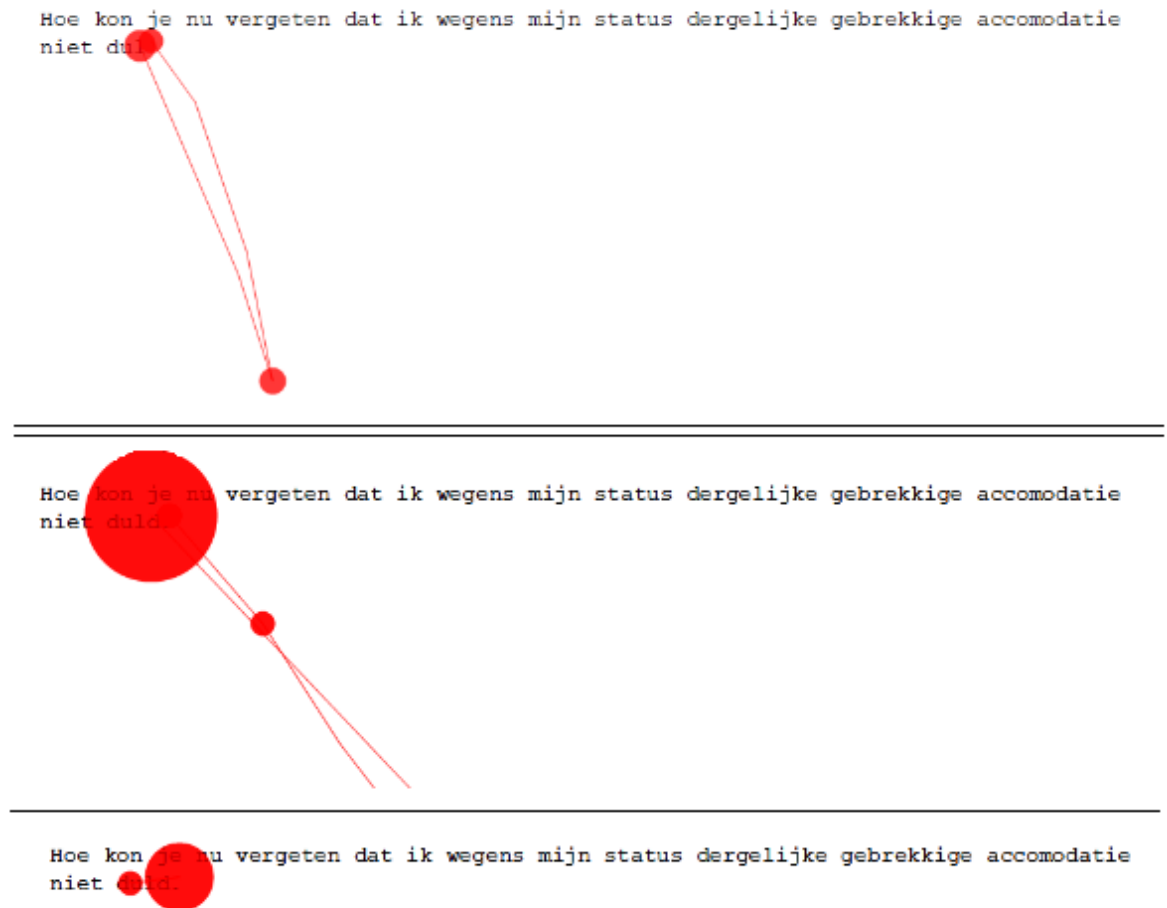
Figuur 30. Eyetracking-screenshots bij het schrijven en nalezen van de zin met *versmaden*



De oogbewegingen bij de zin met het werkwoord *dulden* vertoont overeenkomsten met de zopas besproken oogbewegingen bij *verbieden* en *versmiden*, maar er zijn ook enkele verschillen. Figuur 31 toont de oogbewegingen bij het schrijven en nalezen van de zin met dit werkwoord. Net als bij *verbieden* en *versmiden* werd op het einde van het werkwoord weggekeken, maar deze keer gebeurde dit niet bij d13, maar bij d10, voor de *d* van de werkwoorduitgang. De proefpersoon keek weliswaar weg, maar deed geen poging om het onderwerp te zoeken. Hij fixeerde op de witruimte onder de reeds geproduceerde tekst. We gaan ervan uit dat deze fixatie wijst op een denkproces waarbij de proefpersoon geen visuele input gebruikte.

We vermoeden dat er twee mogelijkheden zijn voor de invulling van dit denkproces. Ofwel liet de proefpersoon zich leiden door het mentale lexicon, de proefpersoon koos immers voor de hoogfrequente vorm. Mogelijk is ook dat de proefpersoon de gedicteerde zin in zichzelf herhaalde, en op die manier het onderwerp identificeerde. In dat geval zou hij zich niet hebben laten leiden door het mentale lexicon, maar paste hij de spellingsregel toe om tot het juiste suffix te komen. De fixatie op de witruimte was echter slechts van zeer korte duur. Aangezien de zin enkele vrij moeilijke woorden bevatte, denken we dat het onwaarschijnlijk is dat de proefpersoon erin slaagde zich het onderwerp van de zin weer voor de geest te halen op zulke korte tijd. Dit leidt ons tot het vermoeden dat de waarschijnlijkheid groter is dat de proefpersoon zich liet leiden door het mentale lexicon.

Figuur 31. Eyetracking-screenshots bij het schrijven en nalezen van de zin met *dulden*



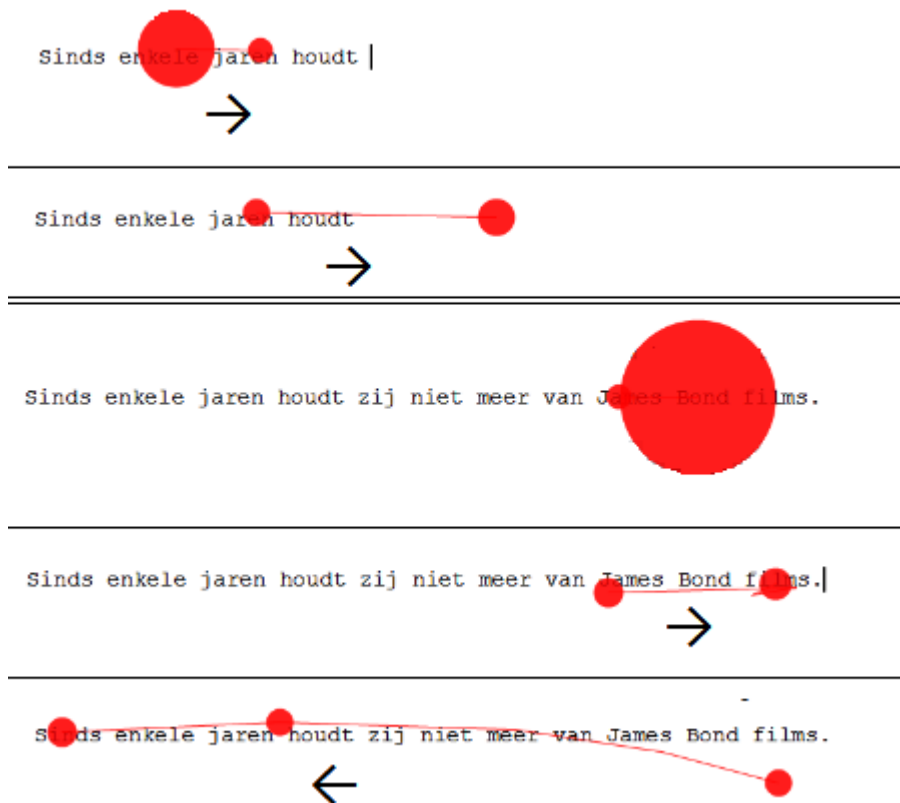
4.3.3. Kleine afstand

Bij de werkwoorden met kleine afstand tussen werkwoord en onderwerp, waren er zowel interessante oogbewegingen tijdens het schrijven als bij het nalezen. De oogbewegingen tijdens het schrijven zien we vooral bij de zinnen met de werkwoorden *houden* (dt-dominant) en *bestrijden* (gelijke frequentie). Deze vormen werden correct geschreven. De oogbewegingen bij het nalezen zijn het opvallendst bij de zinnen met de werkwoorden *verkleeden* (d-dominant) en *duiden* (dt-dominant). Deze vormen werden fout geschreven.

Houden en bestrijden

Figuur 32 toont de oogbewegingen bij het schrijven en nalezen van de zin met het werkwoord *houden*. Bij het schrijven keek de proefpersoon niet alleen naar de woorden terwijl ze verschenen op het scherm, maar keek hij ook een keer terug naar het geschrevene alvorens verder te gaan. Dit gebeurde vlak na de productie van het homofone werkwoord, de woordgroep *enkele jaren* die vlak voor het werkwoord stond, werd namelijk herbekeken alvorens het onderwerp geschreven werd. Mogelijk probeerde de proefpersoon hier een aanwijzing te vinden voor de correcte spelling van het werkwoord.

Figuur 32. Eyetracking-screenshots bij het het schrijven en nalezen van de zin met *houden*

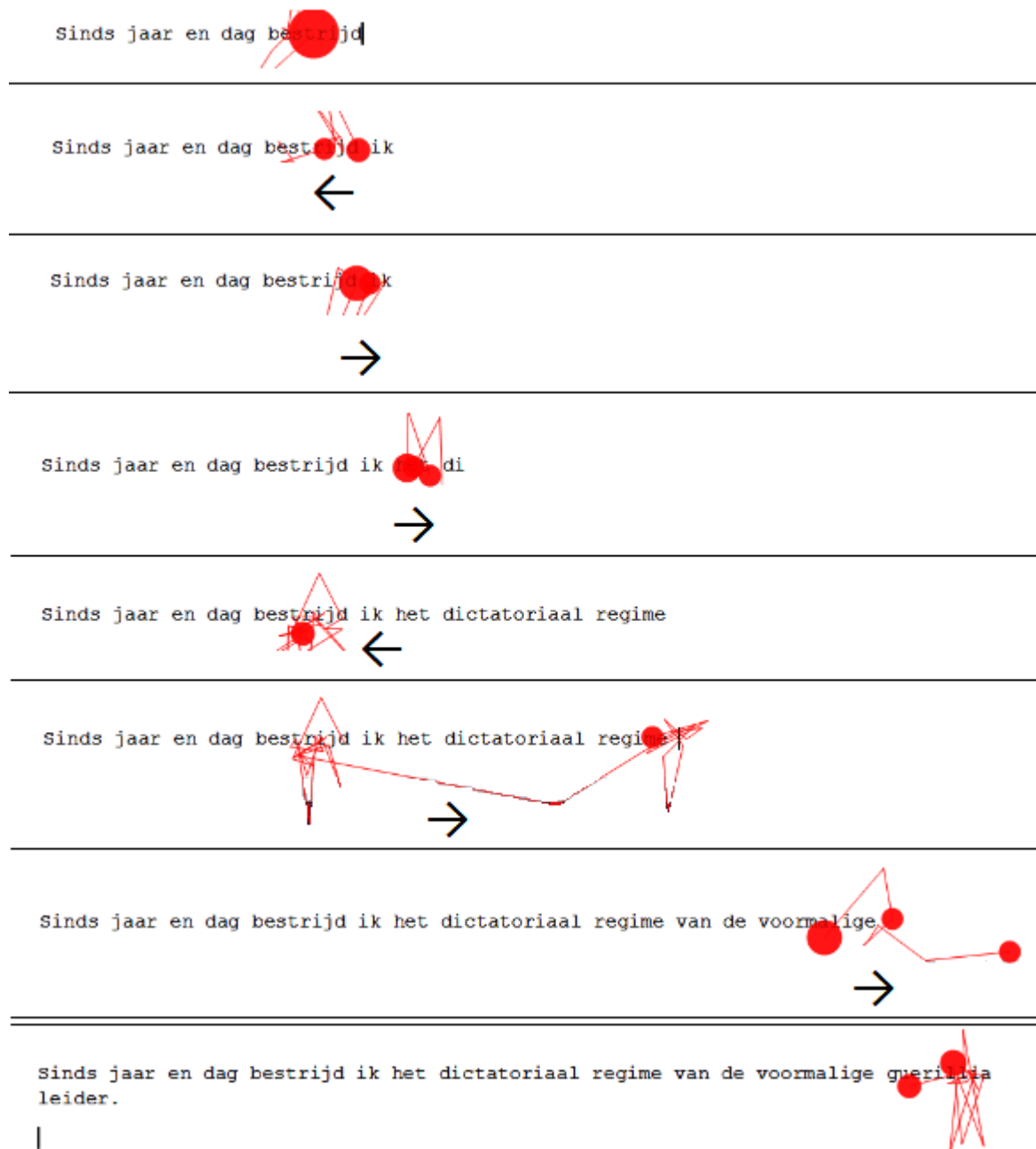


Figuur 33 toont de oogbewegingen bij de zin met het werkwoord *bestrijden*. De proefpersoon volgde de woorden terwijl ze verschenen op het scherm, maar keerde ook kort terug naar de werkwoordvorm nadat hij het onderwerp vlak erna schreef. Allicht probeerde hij te controleren of hij het juiste suffix gekozen had. Bovendien keerde hij tijdens de productie van de rest van de zin nogmaals terug naar het werkwoord.

Na voltooiing bekeek de proefpersoon enkel het laatste woord *guerilla leider* [sic]. We vermoeden dat de proefpersoon enkel nog dit moeilijk gespelde woord wilde controleren, en niet meer het werkwoord, aangezien hij dit reeds tweemaal controleerde en er dus allicht zeker van was dat het juist gespeld was.

We merken op dat deze mentale activiteit zeer moeilijk te achterhalen is door middel van pauze-analyse, aangezien dit niet plaatsvond vlak voor, tijdens of na de productie van de werkwoordvorm.

Figuur 33. Eyetracking-screenshots bij het schrijven en nalezen van de zin met *bestrijden*



Verkleeden en duiden

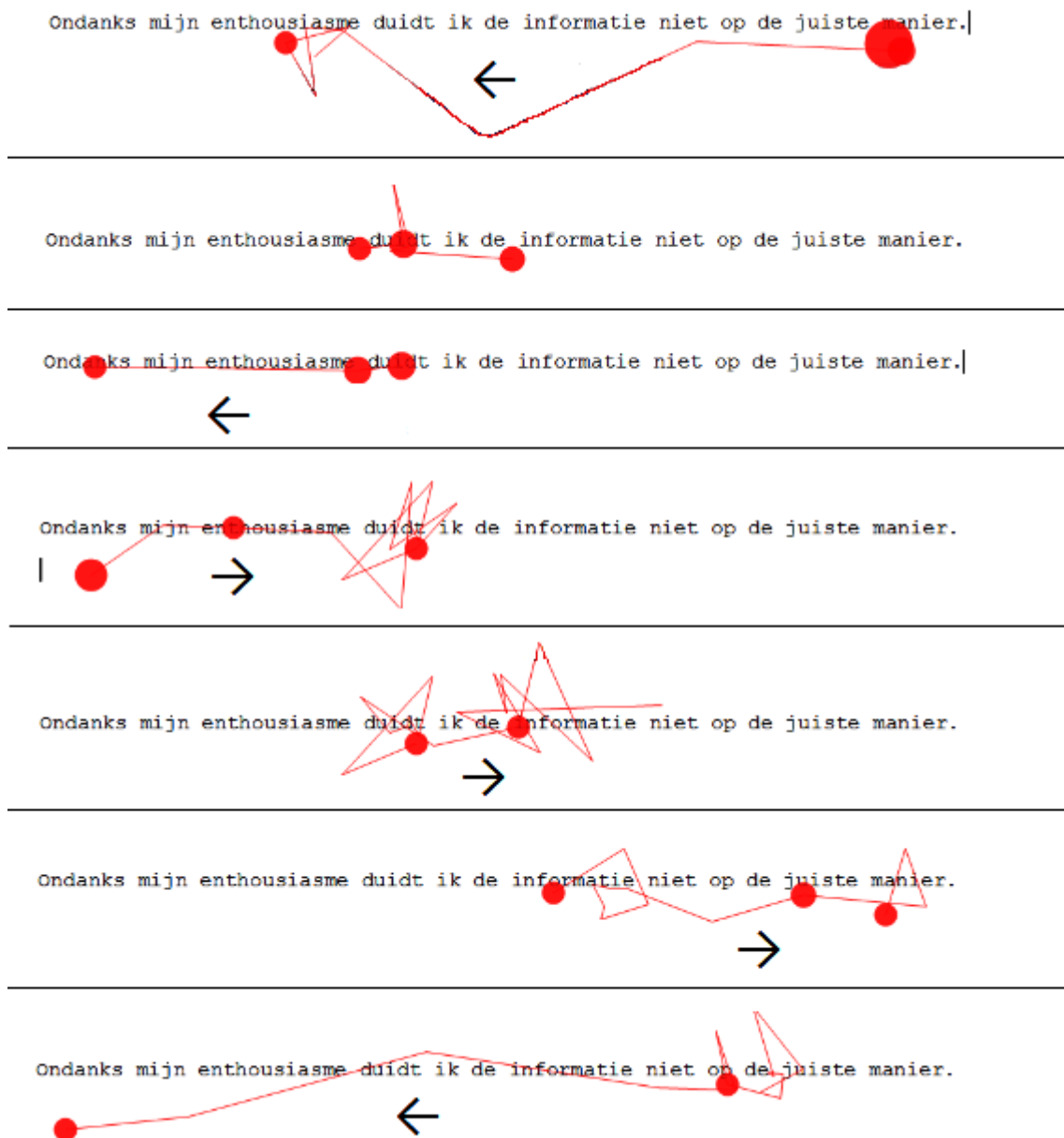
De proefpersoon koos bij de werkwoorden verkleeden en duiden voor het verkeerde suffix. Dat hij zijn fouten opmerkte, is erg goed te zien aan de oogbewegingen na voltooiing van de zin, bij het nalezen. Figuur 34 toont de oogbewegingen na het voltooiën van de zin met het werkwoord *verkleeden*. Bij het nalezen concentreerde de proefpersoon zich voornamelijk op de werkwoordvorm en de elementen ervoor en erna, namelijk het onderwerp *ik* (erna) en *carnavalsfeest* (ervoor).

Figuur 34. Eyetracking-screenshots bij het werkwoord *verkleeden*



Bij de zin met *duiden* stellen we een gelijkaardig oogbewegingspatroon vast. Figuur 35 toont de oogbewegingen na het voltooien van deze zin. Bij het nalezen concentreerden de oogbewegingen zich rond de werkwoordvorm. De oogbewegingen wisselden tussen het werkwoord en wat ervoor stond, alsook tussen het werkwoord en wat erna kwam. Dit soort heen-en-weer-bewegingen stellen we vooral vast bij fout geschreven vormen met kleine afstand, zoals deze twee voorbeelden. Bij foute vormen met grote afstand zijn de afwisselende bewegingen veel minder duidelijk aanwezig, wat ons tot het vermoeden leidt dat bij het nalezen de grote afstand ervoor zorgt dat de fout minder snel opgemerkt wordt. We merken op dat dergelijk naleesgedrag uiteraard niet vastgesteld kan worden door middel van pauze-analyse.

Figuur 35. Eyetracking-screenshots bij het nalezen van de zin met *duiden*



4.4. Conclusie bij experiment 2

Bij de bespreking van de interessantste oogbewegingen, gaven we reeds een interpretatie aan de cognitieve processen die aan de basis ervan lagen. In deze conclusie bij de resultaten van experiment 1, vatten we deze cognitieve processen kort samen.

Bij een grote afstand tussen onderwerp en werkwoord stelden we bij twee verschillende werkwoordvormen vast dat bij d15 (*d_leesteken*) de proefpersoon op zoek leek te gaan naar het onderwerp van de zin, met als doel om de spellingsregel te kunnen toepassen. De proefpersoon slaagde hier niet in en schreef de beide werkwoordvormen foutief. Bij d10 zien we bij één werkwoordvorm een gelijkaardig patroon. Hier werd ook weggekeken, maar uit de oogbewegingen leiden we af dat er niet op zoek werd gegaan naar het onderwerp. De proefpersoon gebruikte geen visuele input bij dit denkproces. We concludeerden dat hier mogelijk het mentale lexicon een invloed uitoefende, de proefpersoon koos namelijk voor de hoogfrequente vorm.

Bij een kleine afstand tussen onderwerp en werkwoord stelden we een ander soort oogbewegingen vast. Bij een vorm zagen we dat de proefpersoon een aanwijzing leek te zoeken voor de correcte spelling vóór de werkwoordvorm, hij keerde namelijk vlak na de productie van het werkwoord terug naar de woorden die eraan voorafgingen. Het onderwerp kwam echter pas ná het vervoegde werkwoord. Bij een andere vorm zagen we dat de proefpersoon tweemaal tijdens de productie terugkeerde naar de werkwoordvorm. We vermoeden dat hij de spellingswijze ervan wou controleren. Bij het nalezen bekeek hij de werkwoordvorm niet meer, vermoedelijk omdat hij na de dubbele controle er zeker van was dat hij het correct geschreven had.

Tot slot concluderen we dat oogbewegingen de interpretatie van cognitieve processen op basis van pauze-analyse zeer goed kunnen aanvullen. De cognitieve processen kunnen door middel van oogbeweginganalyse nog beter geïnterpreteerd worden. Dit was in deze case study voornamelijk het geval bij de pauzetijd van d15 en d10 bij grote afstand.

Oogbewegingen kunnen ook inzicht verschaffen in cognitieve processen die zeer moeilijk of helemaal niet vast te stellen zijn door middel van pauze-analyse. In deze case study was dit het geval bij het naleesgedrag bij foutief geschreven vormen met kleine afstand tussen werkwoord en onderwerp (bij *verkleiden* en *duiden*), en bij het terugkijken naar het werkwoord tijdens de productie van de zin (bij *bestrijden*).

5. Conclusie en discussie

5.1. Inleiding

In deze algemene conclusie en discussie, grijpen we eerst terug naar de onderzoeksvragen zoals we die in de inleiding formuleerden. We formuleren op basis van de resultaten en tussentijdse conclusies een kernachtig antwoord op deze vragen. Vervolgens gaan we in op de beperkingen van ons onderzoek.

Tot slot formuleren we suggesties voor toekomstig onderzoek, zowel met betrekking tot de methode, als met betrekking tot nieuwe onderzoeksrichtingen binnen dit studiedomein.

5.2. Onderzoeksvragen

Onderzoeksvraag 1: variaties in de lengtes van pauzes

De eerste onderzoeksvraag was:

In welke mate variëren de lengtes van pauzes bij het schrijven van homofone werkwoordvormen afhankelijk van de variabelen dominantie, frequentie, afstand en correctheid?

We concluderen dat alle genoemde variabelen significante effecten hadden op de lengtes van pauzes bij het schrijven van homofone werkwoordvormen. Ook waren er significante interactie-effecten tussen de variabelen. Het gaat voornamelijk om de pauzetijden bij de digrafen d1 en d11, maar ook d2, d9 en d10 vertoonden significante effecten. Voor meer details verwijzen we naar de tussentijdse conclusie bij experiment 1 (3.3. *Conclusie bij experiment 1*).

Onderzoeksvraag 2: pauzegegedrag als indicator voor cognitieve processen

De tweede onderzoeksvraag was:

In welke mate zijn variaties in de lengte van pauzes een indicator voor de onderliggende cognitieve processen bij het schrijven van homofone werkwoordsvormen?

We concluderen dat pauzetijden goede indicatoren lijken te zijn voor de onderliggende cognitieve processen bij de productie van homofone werkwoordvormen. De significante effecten leken zich meestal voor te doen op plaatsen waar we inderdaad een verhoogde mentale inspanning kunnen verwachten en bovendien verklaren. De effecten van de verschillende variabelen op de mentale activiteiten waren aan de hand van de pauzetijden goed te interpreteren. Voor meer details verwijzen we naar de tussentijdse conclusie bij experiment 1 (3.3. *Conclusie bij experiment 1*).

Onderzoeksvraag 3: oogbewegingen als complementaire indicator voor cognitieve processen

De derde onderzoeksvraag was:

In welke mate zijn oogbewegingen bij het schrijven van homofone werkwoordvormen een indicator voor de onderliggende cognitieve processen die het pauzegegedrag kenmerkt?

We concluderen dat oogbeweginganalyse een goede aanvulling is voor pauze-analyse bij de interpretatie van cognitieve processen. De cognitieve processen zoals we die interpreteren op basis van pauzevariaties, kunnen door middel van oogbeweginganalyse nog nauwkeuriger geïnterpreteerd worden. Oogbewegingen kunnen bovendien inzicht verschaffen in cognitieve processen die zeer moeilijk of helemaal niet vast te stellen zijn door middel van pauze-analyse. Voor meer details verwijzen we naar de resultaten en de tussentijdse conclusie bij experiment 2 (*4.4. Conclusie bij experiment 2*).

5.3. Beperkingen

Een eerste beperking van onze methode, was dat de verwerking van de ruwe data zeer moeilijk en tijdrovend bleek te zijn. Het gaat zowel om het ontwerpen van de automatische lokalisering en codering van de relevante pauzetijden, als om het creëren van de extra variabelen die nodig waren voor de statistische analyse van interactie-effecten.

Een tweede beperking was de ruis die het gevolg was van de automatische lokalisering en codering van de relevante pauzetijden. Door de omvang en complexiteit van de verzamelde data, was het noodzakelijk om de lokalisering en codering van de relevante data te automatiseren. Dit deden we enerzijds met functie-code in het programma Excel, anderzijds met syntax in het programma SPSS. Hoewel zorgvuldig ontworpen en uitgevoerd, bracht deze automatisering onvermijdelijk ruis met zich mee, waardoor de dataset niet 100% zuiver was. Doordat de waarnemingen op microniveau zeer talrijk waren, bleef het effect van ruis waarschijnlijk erg beperkt. Er waren immers negen onderzochte digrafen (d1 en d2, d9 tot d15), voor 18 werkwoorden, geschreven door 77 proefpersonen.

We willen bovendien wijzen op de beperking van de gekozen methode van lokaliseren. Door de eerste van de twee methodes te gebruiken, konden we weliswaar meer vormen opsporen, maar dit leverde ook ruis op voor de variabele 'correctheid'. De gegevens voor deze variabele werden namelijk gebaseerd op de Wordlogs die Inputlog genereerde. Deze Wordlogs zijn het uiteindelijke product van het schrijfproces, waarin correcties niet zichtbaar zijn. Uit de Inputlog-bestanden bleek dat er vaak correcties werden aangebracht bij de werkwoordvormen. Bijgevolg krijgen werkwoordvormen die eerst fout geschreven werden maar vlak daarna gecorrigeerd werden, in de dataset voor de variabele 'correctheid' de waarde 'juist'. Andersom kan dit uiteraard ook voorkomen. Dit kan ruis hebben opgeleverd zowel in de analyse van de foutenproductie, als ook in de analyse van het pauzegegedrag bij correct versus fout geschreven vormen.

5.4. Suggesties

Bij toekomstig onderzoek zou de methode in de eerste plaats verbeterd kunnen worden door de lokalisering en identificatie van de digrafen met geavanceerdere formules uit te voeren, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een programmeertaal. Zo kan bijvoorbeeld de mogelijkheid tot identificatie op basis van de context van de digrafen mogelijk gemaakt worden, en kan correctiegedrag opgespoord en in kaart gebracht kunnen worden.

Een tweede suggestie met betrekking tot de methode, is het combineren van keystroke logging met eyetracking. Op basis van de resultaten van beide experimenten, concludeerden we immers dat oogbewegingonderzoek kan helpen om de resultaten van pauze-analyse verdere duiding te geven. Hoewel we in dit onderzoek de eyetracking-resultaten niet in combinatie met de Inputlog-registratie hebben geanalyseerd, vermoeden we dat deze combinatie een veelbelovende onderzoeksmethode is.

De mogelijkheden voor verder onderzoek naar de cognitieve processen bij homofone werkwoordvormen en dt-fouten, zijn legio. We denken bijvoorbeeld aan onafhankelijke variabelen zoals leeftijd, opleiding en didactische ingrepen. Ook regelkennis en zelfinschatting kunnen in toekomstig onderzoek onderzocht worden. In dit onderzoek werd naar deze laatste variabelen gepeild, maar het effect op de pauzetijden werd wegens het gebrek aan variatie niet onderzocht. Mogelijk brengen deze factoren interessante resultaten teweeg wanneer de variatie groot genoeg is. Ook kan onderzocht worden of er variërende pauzepatronen zijn tussen clusters van proefpersonen. Zo zouden de langere pauzetijden bij d1 en bij d11 in plaats van een dubbel effect wel eens een enkelvoudig effect geweest kunnen zijn: mogelijk pauzeerde er één groep proefpersonen langer vlak vóór het werkwoord, terwijl een andere groep langer pauzeerde tussen de *d* en de *t* de werkwoorduitgang. Dit zou onderzocht kunnen worden door middel van clusteranalyse.

6. Referentielijst

- Flower, L. & Hayes, J. R. 1980. The dynamics of composing: Making plans and juggling constraints. *Written Communication*, 1, 120-160.
- Flower, L. & Hayes, J. R. 1981. A cognitive process theory of writing. *College Composition and Communication*, 32(4), 365-387.
- Keuleers, E., Brysbaert, M. & New, B. (2010). SUBTLEX-NL: A new frequency measure for Dutch words based on film subtitles. *Behavior Research Methods*, 42(3), 643-650.
- Leijten, M. & Van Waes, L. (2006). Inputlog: New Perspectives on the Logging of On-Line Writing. In K.P.H. Sullivan & E. Lindgren (Eds.), *Studies in Writing: Vol. 18. Computer Key-Stroke Logging and Writing: Methods and Applications* (pp.73-94). Oxford: Elsevier.
- Sandra, D. (2010). Homophone dominance at the whole-word and sub-word levels: spelling errors suggest full-form storage of regularly inflected verb forms. *Language and speech*, 53(3), p. 405-444
- Sandra, D., Frisson, S. & Daems, F. (1999). Why simple verb forms can be so difficult to spell: the influence of homophone frequency and distance in Dutch. *Brain and language*, 68, 277-283
- Sandra, D., van Abbenyen, L. (2009). Frequency and analogical effects in the spelling of full-form and sublexical homophonous patterns by 12 year-old children. *Mental lexicon*, 4(2), 239-274
- Sandra, D. & van Abbenyen, L. (2011). Dubbele valkuil voor d/t-fouten. *Over taal*, 50(1), 6-8
- Spelman Miller, K. (2006). The pausological study of written language production. In K.P.H. Sullivan & E. Lindgren (Eds.), *Studies in Writing: Vol. 18. Computer Key-Stroke Logging and Writing: Methods and Applications* (pp.11-30). Oxford: Elsevier.
- Spelman Miller, K. & Sullivan, K. P. H. (2006). Keystroke logging: an introduction. In K.P.H. Sullivan & E. Lindgren (Eds.), *Studies in Writing: Vol. 18. Computer Key-Stroke Logging and Writing: Methods and Applications* (pp.1-9). Oxford: Elsevier.
- Wengelin, Å. (2006). Examining pauses in writing: theory, methods and empirical data. In K.P.H. Sullivan & E. Lindgren (Eds.), *Studies in Writing: Vol. 18. Computer Key-Stroke Logging and Writing: Methods and Applications* (pp.107-130). Oxford: Elsevier.

Bijlagen

Bijlage 1: Werkwoordfrequenties van de gebruikte werkwoorden, volgens de SUBTLEX-NL database (crr.ugent.be/isubtlex)

Tabel I.

Werkwoordfrequenties van de gebruikte werkwoorden volgens de SUBTLEX-NL database

		Frequentie per miljoen		Absolute frequentie		Verhouding
		-d	-dt	-d	-dt	freq. -d / freq.-dt
d-dom.	begeleiden	4,53	1,88	198	82	2,41
	vermoorden	334,74	35,01	14638	1531	9,56
	verkleiden	6,27	0,80	274	35	7,84
	bevrijden	14,80	2,70	647	118	5,48
	dulden	1,97	0,55	86	24	3,58
	aanvaarden	11,89	2,68	520	117	4,44
						freq. -dt / freq. -d
dt-dom.	rijden	21,91	48,80	958	2134	2,23
	duiden	0,16	3,36	7	147	21,00
	worden	283,93	1025,05	12416	44825	3,61
	leiden	17,75	44,59	776	1950	2,51
	houden	158,41	342,08	6927	14959	2,16
	verslinden	0,27	1,14	12	50	4,2
						freq. -d / freq.-dt
gelijke freq.	verbreden	0,23	0,18	10	8	1,28
	versmadden	0,07	0,07	3	3	1,00
	snijden	5,12	6,40	224	280	0,80
	schelden	0,98	0,71	43	31	1,38
	bestrijden	1,12	1,21	49	53	0,93
	verbieden	4,05	2,86	177	125	1,4

Bijlage 2: Overzicht van de zinnen gebruikt in de dictees

D-dominant

- 1 **Begeleiden**
- 2 **Vermoorden**
- 3 **Verkleeden**
- 4 **Bevrijden**
- 5 **Dulden**
- 6 **Aanvaarden**

Grote afstand, met -d (HF)

- 1 Die onsympathieke vrouw wil dat ik een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord **begeleid**.
- 2 Het is toch logisch dat ik met zo'n belachelijk klein vijltje geen mensen **vermoord**, dat doe ik met een bazooka.
- 3 Je weet toch dat ik mij tijdens het carnavalsfeest altijd als Assepoester **verkleed**.
- 4 Het verhaal doet de ronde, dat ik uit oprechte barmhartigheid ook de ongelovige gevangenen **bevrijd**.
- 5 Hoe kon je nu vergeten dat ik wegens mijn status dergelijke gebrekkige accommodatie niet **duld**.
- 6 Hij is opgelucht dat ik eindelijk de consequenties van mijn vreselijke daden **aanvaard**.

Grote afstand, met -dt (LF)

- 1 Die onsympathieke vrouw wil dat hij een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord **begeleidt**.
- 2 Het is toch logisch dat hij met zo'n belachelijk klein vijltje geen mensen **vermoordt**, dat doet hij met een bazooka.
- 3 Je weet toch dat zij zich tijdens het carnavalsfeest altijd als Assepoester **verkleedt**.
- 4 Het verhaal doet de ronde, dat hij uit oprechte barmhartigheid ook de ongelovige gevangenen **bevrijdt**.
- 5 Hoe kon je nu vergeten dat hij wegens zijn status dergelijke gebrekkige accommodatie niet **duldt**.
- 6 Ik ben opgelucht dat hij eindelijk de consequenties van zijn vreselijke daden **aanvaardt**.

Kleine afstand, met -d (HF)

- 1 Vandaag **begeleid** ik een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord.
- 2 Natuurlijk **vermoord** ik geen mensen met een vijltje, dat doe ik met een bazooka.
- 3 Tijdens het carnavalsfeest **verkleed** ik mij als Assepoester.
- 4 Uit oprechte barmhartigheid **bevrijd** ik ook de ongelovige gevangenen.
- 5 Wegens mijn status **duld** ik dergelijke gebrekkige accommodatie niet.
- 6 Na een week palaveren **aanvaard** ik eindelijk de consequenties van mijn daden.

Kleine afstand, met -dt (LF)

- 1 Vandaag **begeleidt** hij een groepje astmalijders naar het West-Vlaamse kuuroord.
- 2 Natuurlijk **vermoordt** hij geen mensen met een vijltje, dat doet hij met een bazooka.
- 3 Tijdens het carnavalsfeest **verkleedt** zij zich als Assepoester.
- 4 Uit oprechte barmhartigheid **bevrijdt** hij ook de ongelovige gevangenen.
- 5 Wegens zijn status **duldt** hij dergelijke gebrekkige accommodatie niet.
- 6 Na een week palaveren **aanvaardt** hij eindelijk de consequenties van zijn daden.

Dt-dominant

- 7 **Rijden**
- 8 **Duiden**
- 9 **Worden**
- 10 **Leiden**
- 11 **Houden**
- 12 **Verslinden**

Grote afstand, met -d (LF)

- 7 In het dorp weet iedereen dat ik sinds mensenheugenis overal met een blauwe deux-chevaux **rondrijd**.
- 8 Het is catastrofaal dat ik de gegevens niet op de juiste manier **duid**.
- 9 Is het hem nog niet opgevallen, dat ik door te spelen met die videospelletjes agressief **wordt**?
- 10 Je kan ervan op aan dat ik het toernooi deze keer in goede banen **leid**.
- 11 Hij is te weten gekomen dat ik niet van de recentere James Bondfilms **houd**.
- 12 Hij keek verbouwereerd toen ik zei, dat ik elke maand een stuk of vijf stationsromannetjes **verslind**.

Grote afstand, met -dt (HF)

- 7 In het dorp weet iedereen dat hij sinds mensenheugenis overal met een blauwe deux-chevaux **rondrijdt**.
- 8 Het is catastrofaal dat hij de informatie niet op de juiste manier **duidt**.
- 9 Is het je nog niet opgevallen, dat hij door te spelen met die videospelletjes agressief **wordt**?
- 10 Je kan ervan op aan dat hij het toernooi deze keer in goede banen **leidt**.
- 11 Ik ben te weten gekomen dat ze niet van de recentere James Bondfilms **houdt**.
- 12 Ik keek verbouwereerd toen hij zei, dat hij elke maand een stuk of vijf stationsromannetjes **verslindt**.

Kleine afstand, met -d (LF)

- 7 Sinds mensenheugenis **rijd ik** overal rond met een blauwe deux-chevaux.
- 8 Ondanks mijn enthousiasme, **duid ik** de informatie niet op de juiste manier.
- 9 Door te spelen met die videospelletjes **word ik** agressief.
- 10 Deze keer **leid ik** het toernooi in goede banen, daar kan je van op aan.
- 11 Sinds enkele jaren **houd ik** niet meer van James Bondfilms.
- 12 Nu ik met de trein naar mijn werk ga, **verslind ik** elke maand een stuk of vijf stationsromannetjes.

Kleine afstand, -dt (HF)

- 7 Sinds mensenheugenis **rijdt hij** overal rond met een blauwe deux-chevaux.
- 8 Ondanks zijn enthousiasme **duidt Frank** de informatie niet op de juiste manier.
- 9 Door te spelen met die videospelletjes **wordt hij** agressief.
- 10 Deze keer **leidt hij** het toernooi in goede banen, daar kan je van op aan.
- 11 Sinds enkele jaren **houdt zij** niet meer van James Bondfilms.
- 12 Nu hij met de trein naar zijn werk gaat **verslindt hij** elke maand een stuk of vijf stationsromannetjes.

Gelijke frequentie van -d en -dt

- 13 **Verbreiden**
- 14 **Versmaden**
- 15 **Snijden**
- 16 **Schelden**
- 17 **Bestrijden**
- 18 **Verbieden**

Grote afstand, met d

- 13 Ze staat erop dat ik alsnog de marge van mijn definitieve résumé **verbreed**.
- 14 Hij is razend omdat ik sinds gisteren uit principiële overwegingen elke hulp **versmaad**.
- 15 Hij lacht me uit omdat ik me uit pure stupiditeit aan het groentemes **snijd**.
- 16 Iedereen is gechoqueerd omdat ik de essayist omwille van een fait divers **uitscheld**.
- 17 Het is wel heel onwaarschijnlijk dat ik het dictatoriaal regime van de voormalige guerrillaleider **bestrijd**.
- 18 Spijtig genoeg is het zover gekomen dat ik het gebruik van marihuana in de lounge **verbied**.

Grote afstand, met dt

- 13 Ze staat erop dat hij alsnog de marge van zijn definitieve résumé **verbreedt**.
- 14 Ik ben razend omdat hij sinds gisteren uit principiële overwegingen elke hulp **versmaadt**.
- 15 Ik lach hem uit omdat hij zich uit pure stupiditeit aan het groentemes **snijdt**.
- 16 Iedereen is gechoqueerd omdat hij de essayist omwille van een fait divers **uitscheldt**.
- 17 Het is wel heel onwaarschijnlijk dat hij het dictatoriaal regime van de voormalige guerrillaleider **bestrijdt**.
- 18 Spijtig genoeg is het zover gekomen dat hij het gebruik van marihuana in de lounge **verbiedt**.

Kleine afstand, met d

- 13 Op basis van haar suggesties **verbreed ik** alsnog de marge van mijn definitieve résumé.
- 14 Uit principiële overwegingen **versmaad ik** elke hulp.
- 15 Uit pure stupiditeit **snijd ik** me bijna aan het groentemes.
- 16 Totaal onverwacht **scheld ik** de essayist uit omwille van een fait divers.
- 17 Sinds jaar en dag **bestrijd ik** het dictatoriaal regime van de voormalige guerrillaleider.
- 18 Sinds het incident in de lounge **verbied ik** het gebruik van marihuana volkomen.

Kleine afstand, met dt

- 13 Op basis van mijn suggesties **verbreedt hij** alsnog de marge van zijn definitieve résumé.
- 14 Uit principiële overwegingen **versmaadt hij** elke hulp.
- 15 Uit pure stupiditeit **snijdt hij** zich bijna aan het groentemes.
- 16 Totaal onverwacht **scheldt hij** de essayist uit omwille van een fait divers.
- 17 Sinds jaar en dag **bestrijdt hij** het dictatoriaal regime van de voormalige guerrillaleider.
- 18 Sinds het incident in de lounge **verbiedt hij** het gebruik van marihuana volkomen.

Afleidings

- A1: Hoe durft die wanstaltige kerel te beweren dat ik mijn studenten niet goed instrueer?
- A2: Je mag niet zo hevig met die champagnefles schudden, straks springt de kurk er nog uit!
- A3: Niemand formuleert de oorzaken van het debacle zo helder als de kastelein met de lijzige stem.
- A4: Als climax kust de goede fee de dappere heraut en de hilarische harlekijn.
- A5: Wist je dat pygmeëen hun hutten met apenstaarten versieren?
- A6: Het stadsbestuur heeft besloten het symfonisch concert in het amfitheater te laten plaatsvinden.
- A7: Alleen excentrieke mensen versieren hun huis met slingers en kerstballen.
- A8: Omdat hij zijn verloofde niet wil achterlaten, wil hij niet naar zijn vaderland Mozambique terugkeren.
- A9: Ik vroeg mij zo-even af hoe je twee hooggeplaatste bureaucraten moet aanspreken.
- A10: Hij kan er niet om lachen dat zijn neef het relikwietje van oma verkocht heeft.
- A11: Het doet me altijd plezier wanneer ik gedweeë kinderen zie.
- A12: De luitenant-kolonel heeft vandaag een onderhoud met de beambte van de milieu-inspectie.

Bijgevoegd: Cd-rom

Op de Cd-rom zijn volgende bestanden te vinden:

- De digitale versie van deze scriptie
- Experiment 1
 - De resultaten van de dt-tests en de zelfinschatting
 - De Inputlog-resultaten
 - De datasets en output van de statistische analyses met SPSS
 - Tabellen met de gemiddelde pauzetijden en hun standaardafwijking
- Experiment 2 (case study)
 - Het eyetracking-filmpje
 - Het Inputlog-bestand