

De Grafemische Buffer: Aspecten van een Spellingstoornis

M.K.M. Franken^{1,2}, C.S.M. Huizinga³, N.O. Schiller^{1,4}

¹*Leiden University Centre for Linguistics, Leiden University*

²*Donders Graduate School for Cognitive Neuroscience, Radboud University Nijmegen*

³*Rijnlands Revalidatie Centrum, Leiden*

⁴*Leiden Institute for Brain and Cognition, Leiden University*

Samenvatting

Een schrijfstoornis die de laatste tijd in de literatuur meer aandacht gekregen heeft is de stoornis in de grafemische buffer. Caramazza e.a. (1987) geven de eerste systematische beschrijving van een patiënt met een dergelijke stoornis. Miceli & Capasso (2006) geven een uitgebreid overzicht van relevante literatuur. Dit artikel voegt een Nederlandstalige casus toe aan de literatuur. We tonen aan dat specifieke eigenschappen van het Nederlands en de Nederlandse spelling een interactie aangaan met deze stoornis. We onderzochten onder andere de invloed van grafeempositie op het foutenpatroon van patiënte BM. Hiervoor gebruiken we, in tegenstelling tot het merendeel van eerdere studies, de zogenaamde 'proportional accountability' methode, zoals beschreven in Machtynger & Shallice (2009). Deze methode is in staat het onderliggende foutenpatroon op een betrouwbaardere manier te representeren dan klassieke methodes. Het resultaat van die analyse repliceert twee patronen die eerder in de literatuur werden gevonden. Tenslotte wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de vraag in welke mate fonologie een rol speelt in deze stoornis.

Summary

A spelling disorder that received much attention recently is the so-called graphemic buffer impairment. Caramazza et al. (1987) presented the first systematic case study of a patient with this disorder. Miceli & Capasso (2006) provide an extensive overview of the relevant literature. This article adds to the literature by describing a Dutch case, i.e. patient BM. We demonstrate how specific features of Dutch and Dutch orthography interact with the graphemic buffer impairment. In addition, we paid special attention to the influence of grapheme position on the patient's spelling accuracy. For this we used, in contrast with most of the previous literature, the proportional accountability method

described in Machtynger & Shallice (2009). We show that by using this method the underlying error distribution can be more optimally captured than with classical methods. The result of this analysis replicates two distributions that have been previously reported in the literature. Finally, attention will be paid to the role of phonology in the described disorder.

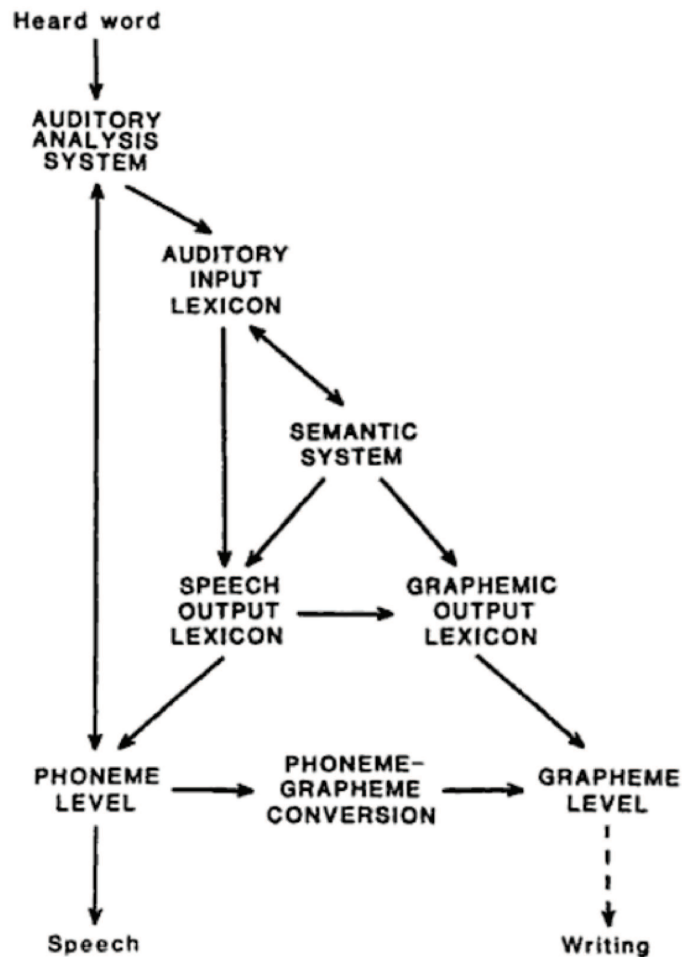
Achtergrond

Schrijven en dysgrafie

Schrijven is de modaliteit van taal die, vergeleken met andere modaliteiten als lezen, luisteren en spreken, tot nog toe het minst in de focus van wetenschappelijk onderzoek stond. Dit kan verklaren waarom ook onderzoek naar dysgrafie tot enkele decennia geleden redelijk schaars is gebleven in vergelijking met andere taalgerelateerde stoornissen. Sinds de jaren '80 heeft neuropsychologisch onderzoek naar dysgrafie echter geleid tot nieuwe inzichten met betrekking tot de onderliggende mechanismen en representaties van het schrijfproces. Deze studie rapporteert een casus van verworven dysgrafie. Alvorens tot de details van deze casus over te gaan, geeft deze sectie een overzicht van de relevante literatuur.

De eerste theorieën met betrekking tot schrijven en spelling stelden dat deze processen afhankelijk waren van spraakproductie. Dit leidde tot de zogenaamde 'phonological mediation' hypothese, die stelt dat de orthografische vorm van een woord opgehaald wordt door een opgehaalde fonologische woordvorm beetje bij beetje om te zetten in een orthografische vorm. Latere neuropsychologische studies toonden echter aan dat deze hypothese niet correct kan zijn (Caramazza & Miceli, 1990; Ellis & Young, 2004; Miceli & Capasso, 2006). Rapportages van casussen waarbij de fonologische representaties aangetast zijn, maar de spelling niet (bijvoorbeeld patiënt MH; Bub & Kertesz, 1982) en patiënten die wel in staat waren gekende woorden te spellen, maar problemen hadden met het omzetten van fonemen in grafemen (bijvoorbeeld patiënt PR; Shallice, 1981), ontkrachten de 'phonological mediation' hypothese. Zo bleek dat fonologische output niet noodzakelijk is voor een accurate spelling.

Ellis & Young (2004) stellen een model voor (zie figuur 1) met een apart grafemisch output lexicon, waar orthografische representaties zijn opgeslagen. Zoals uit de figuur blijkt is dit lexicon zowel toegankelijk vanuit het semantisch systeem als vanuit het fonologische output lexicon. Het model van Ellis & Young in figuur 1 lijkt op het zogenaamde 'dual-route' model van het leesproces. Net als in dat model zijn er ook in dit model in grote lijnen twee parallelle routes. Een lexicale route (via het orthografische output lexicon) kan gebruikt worden voor bestaande woorden, maar niet voor non-woorden (aangezien die laatste niet in een lexicon staan). De sublexicale route maakt gebruik van 'grapheme-phoneme conversion' en is aldus in staat zowel bestaande woorden met een regelmatig spellingpatroon als non-woorden te spellen. Woorden met een onregelmatig spellingpatroon kunnen niet correct gespeld worden via de sublexicale route. Dit 'dual-route' model wordt met name ondersteund door de dubbele dissociatie die fonologische dysgrafie ('phonological dysgraphia') en oppervlaktedysgrafie ('surface dysgraphia') laten zien. Mensen met oppervlaktedysgrafie zijn in staat non-



Figuur 1: Het model van Ellis & Young (2004).

woorden en regelmatige woorden te spellen, maar maken fouten bij onregelmatige woorden. Mensen met fonologische dysgrafie maken fouten bij non-woorden, maar kunnen zowel regelmatige als onregelmatige woorden correct spellen.

Grafemische buffer

Een cruciaal element in figuur 1 is het 'grapheme level', ook wel grafemische buffer genoemd. Deze buffer kan beschouwd worden als een werkgeheugenmodule waarin de orthografische representatie van een woord tijdelijk opgeslagen wordt terwijl het woord geschreven wordt (Wing & Baddeley, 1980). Caramazza e.a. (1987) rapporteerden een casus waarbij de grafemische buffer was aangetast. Ze vermelden een aantal karakteristieken van een dergelijke stoornis. (1) Patiënten met schade aan de grafemische buffer hebben een zelfde foutenpatroon

voor bestaande woorden en non-woorden. (2) Ze scoren gelijkaardig op verschillende taken (zoals schrijven, hardop spellen, typen, enz.) (3) Hun fouten worden niet beïnvloed door lexicale factoren, zoals woordfrequentie, voorstelbaarheid, woordklasse, enz. (4) De spelfouten zelf zijn, onder andere, inserties, deleties, substituties en transposities van grafemen (maar geen woordsubstituties). (5) Woordlengte heeft invloed op het foutenpatroon van de patiënt, aangezien langere woorden voor een langere tijd in de buffer opgeslagen moeten worden, en daardoor langere tijd blootgesteld zijn aan een verstoorde buffer dan korte woorden. Hier valt op te merken dat, hoewel deze grafemische buffer wordt beschreven als een orthografische module in het schrijfsysteem, deze karakteristieken van de stoornis niet uitsluiten dat de output van de grafemische buffer ook fonologische aspecten vertoont (naast orthografische). In de discussie komen we hier uitgebreider op terug.

Een ander element in deze stoornis houdt verband met de grafeempositie binnen een woord. Caramazza e.a. (1987) vermeldden over hun casus dat grafemen in het midden van een woord vaker foutief gespeld werden dan grafemen aan het begin of het einde van een woord. Dit komt overeen met wat Wing & Baddeley (1980) observeerden bij spelfouten in een gezonde (niet-afatische) populatie. Deze foutenverdeling zou verklaard kunnen worden door competitie tussen aangrenzende grafemen. Grafemen in het midden van een woord hebben meer 'buren', en treden daardoor in competitie met meer 'tegenstanders'. Glasspool & Houghton (2005) gebruiken een connectionistisch model gebaseerd op 'competitive queuing' om dit patroon te verklaren. Het spelpatroon van twee patiënten gerapporteerd door Schiller e.a. (2001) contrasteert met dit patroon. Deze patiënten vertoonden een foutenverdeling die naar het wordeinde toe geleidelijk stijgt, in plaats van een verdeling met een maximum in het woordmidden. Deze stijgende verdeling kan verklaard worden doordat de grafemen aan het wordeinde langer in de buffer moeten staan dan eerdere grafemen. Hoe langer grafemen in de buffer moeten blijven, hoe meer kans op informatiedegradatie ('decay'). Deze verklaring gaat er dus vanuit dat de opgeslagen woordvorm in de grafemische buffer van voor naar achter verwerkt wordt.

Vroege studies beschouwden een orthografische representatie als een lineaire grafeemreeks. Elk grafeem wordt dan gedefinieerd door zijn identiteit en zijn positie in het woord in kwestie. De laatste decennia is er echter heel wat evidentie die tegen deze 'linearity' hypothese ingaat. Miceli & Capasso (2006) geven een overzicht van de evidentie. Zij beargumenteren dat orthografische representaties multidimensioneel zijn, ten minste bestaande uit informatie met betrekking tot grafeemidentiteit, kwantiteit, CV-status (consonant of vocaal) en orthosyllabische structuur. Sommige patiënten met een stoornis in de grafemische buffer maakten bijvoorbeeld significant meer fouten bij consonantale geminaten (dubbele consonanten) dan bij consonantale clusters in een vergelijkbare positie (de Italiaanse patiënt LB, beschreven in Miceli & Capasso, 2006, schrijft bijvoorbeeld PASARE in plaats van passare, voorbijgaan, en AVISSO in plaats van avviso, bericht). Dit duidt erop dat geminaten ¹ 'speciaal' zijn. Miceli & Capasso stellen een 'geminate feature' voor om dit te verklaren. Fouten bij patiënten met een stoornis in de grafemische buffer kunnen bijvoorbeeld een verschuiving

¹Hier willen we erop wijzen dat het Nederlands geen echte fonologische geminaten heeft. In het verdere verloop van het artikel gebruiken we het woord geminaat voor een dubbele letter.

of deletie van dit kenmerk betreffen. Verder zijn casussen bekend waarbij spelfouten clusters doorbraken, maar zelden geminaten (d.w.z. het resultaat van de spelfout verbrak een cluster, zoals bijvoorbeeld de spelfout <strek> (in plaats van <sterk>), waarbij de cluster <rk> 'verbroken' is, maar dit gebeurde zelden bij geminaten).

In deze studie beschrijven we een casus van een patiënte met een stoornis in de grafemische buffer. Hiermee voegen we een Nederlandstalige casus aan de literatuur toe, en willen we nagaan in hoeverre bevindingen uit de literatuur ook van toepassing zijn op deze casus. Speciale aandacht wordt besteed aan de status van geminaten in de grafemische buffer, als ook aan de lineaire verdeling van spelfouten binnen een woord.

De volgende secties besteden we aan de beschrijving van casus BM. Eerst geven we een korte schets van de casus, waarna de methodologie en de resultaten van de verschillende analyses worden besproken. In de discussie komen we op de belangrijkste punten terug.

Casus

Deze studie rapporteert de spelfouten van patiënte BM. BM leidt aan verworven dysgrafie. Ze werd in 2010 gediagnosticeerd met een links lobair hemorragisch CVA, dat geleid heeft tot afasie, verbale apraxie en rechtse hemiparese. BM is geboren en getogen in Duitsland en haar moedertaal is het Duits. Ze woonde op het moment van haar CVA echter al 36 jaar in Nederland en ze vermeldt dat ze niet meer vaak Duits gebruikt. Verder zegt BM dat ze voor haar CVA erg goed Nederlands sprak en zelfs dikke boeken in het Nederlands las.

Gedurende het verloop van deze studie volgde BM regelmatige therapie sessies in het Rijnlants Revalidatiecentrum, met het doel haar taalvaardigheid die als gevolg van het CVA sterk verminderd was te verbeteren. De therapie sessies waren in het bijzonder gefocust op de mondelinge Nederlandstalige taalvaardigheid, aangezien BM minder interesse had in het werken aan eventuele zwakheden in Duitse taalvaardigheid. Verder werd gefocust op haar schrijfproblemen, omdat BM naar eigen zeggen daar het meeste last van had in het dagelijkse leven. Converseren met BM is goed mogelijk en ze is in staat om zonder veel hulp van gesprekspartner te communiceren in haar dagelijks leven. Ze lijdt echter wel aan verbale anomie. BM spreekt met een duidelijk Duits accent. De schrijfvaardigheden zijn zwaarder aangetast (in vergelijking met mondelinge vaardigheden), en schrijftaken zijn vermoeiend.

Methode

Deze studie focust op spelfouten bij BM. Deze fouten werden onderzocht op basis van (1) de uitslagen van enkele PALPA-taken (Psycholinguistic Assessments of Language Processing in Aphasia, Kay et al., 1992) die tevoren waren afgenomen en (2) testen op dictaat die speciaal voor deze studie ontworpen werden. Alle testen werden afgenomen door de tweede auteur, klinisch linguïst en logopedist, in de loop van de eerste helft van 2011. Aangezien schrijven erg moeilijk en vermoeiend was voor BM, werd het merendeel van de geteste woorden getypt op een computer. Elke test bestond uit een aantal (al dan niet bestaande) woorden die

voorgelezen werden door de therapeute en vervolgens door BM getypt moesten worden. De bovengenoemde PALPA-taken werden door BM voor het grootste deel wel handgeschreven. Voor elke statistische analyse besproken in de sectie ‘Resultaten’ werden de geanalyseerde condities gecontroleerd op eventuele significante verschillen met betrekking tot woordfrequentie (syllabefrequentie voor non-woorden) of lengte. Voor frequentie-informatie werd de CELEX database geraadpleegd.

Tests

Vooraf werden een aantal gestandaardiseerde PALPA-taken afgenomen. Met name PALPA-taken nummer 43, 37 en 38 zijn relevant voor deze studie. Deze taken testen de spelling van non-woorden, de invloed van woordlengte op het schrijven van bestaande woorden en ten slotte de invloed van frequentie en voorstelbaarheid op het schrijven van bestaande woorden.

Taak 43 test het schrijven op dictaat voor niet-bestaande woorden. Specifiek werden zes non-woorden van drie grafemen, zes van vier grafemen en drie van vijf grafemen getest. De non-woorden werden getest met een stijgende woordlengte. Taak 37 is gelijkaardig aan taak 43, maar test enkel bestaande woorden. Er werden vierentwintig woorden getest met een woordlengte van drie, vier, vijf en zes grafemen (zes woorden per categorie). Ook deze woorden werden met een stijgende woordlengte getest. Ook taak 38 test enkel bestaande woorden, maar terwijl taak 37 specifiek gericht is op woordlengte, richt taak 38 zich op de invloed van voorstelbaarheid en woordfrequentie. Deze taak test veertig woorden die variëren in voorstelbaarheid (twee categorieën: lage voorstelbaarheid vs. hoge voorstelbaarheid) en woordfrequentie (lage vs. hoge frequentie). Deze drie PALPA-taken werden door BM voor het grootste gedeelte handgeschreven (waar dat niet het geval was, werden ze op een computer getypt). Naast de net besproken PALPA-taken, hebben we voor deze studie een aantal testen zelf ontworpen. Deze testen werden allemaal afgenomen door middel van typen op dictaat. De getypte woorden en non-woorden vormen samen een experimenteel corpus, waarvan de analyse in de sectie ‘Resultaten’ wordt besproken.

Zoals reeds vermeld is het Duits de moedertaal van BM. Om het foutenpatroon in BM’s spelling te kunnen interpreteren is het dus belangrijk om met mogelijke interferentie van het Duits rekening te houden. Om dit in kaart te brengen, hebben we een onderscheid gemaakt tussen Nederlandse woorden die een Duits cognaat hebben en woorden die dat niet hebben. Woorden met een Duits cognaat lijken erg op hun Duitse tegenhanger (ze zijn er ook etymologisch mee verwant). Voorbeelden zijn bijvoorbeeld ‘cultuur’ (Duits: ‘Kultur’) of ‘verstand’ (Duits: ‘Verstand’). Voor het merendeel van de analyses zijn Nederlandse woorden die een Duits cognaat hebben verwijderd, om fouten die te wijten zijn aan interferentie van het Duits zo veel mogelijk uit de analyse te weren.² Verder werden voor de meeste analyses van het experimentele corpus ook de non-woorden buiten beschouwing gelaten.

²Toch is het in principe mogelijk dat BM bijvoorbeeld Duitse spellingregels gebruikt bij het schrijven van Nederlandse woorden en daardoor fouten maakt. De frequente reductie van dubbele vocalen kan eventueel zo verklaard worden. Aan de andere kant zien we een dergelijke reductie ook frequent bij consonanten, wat niet door een Duitse interferentie verklaard kan worden (het Duits gebruikt ook vaak dubbele consonanten). Dit suggereert dat de reductie bij vocalen niet als Duitse interferentie gezien moet worden.

Resultaten

PALPA-taken

Taak 43 test het schrijven van non-woorden op dictaat. Het aantal correct gespelde non-woorden daalde met de lengte: vier (van 6) non-woorden van drie grafemen, twee (van 6) van vier grafemen en geen enkele (van 3) van vijf grafemen werden correct gespeld. Dit wijst op een invloed van lengte op het foutenpatroon bij non-woorden, al was er geen significant effect ($\chi^2(2) = 0,143$; $p > 0,1$). Dit kan te wijten zijn aan het lage aantal items.

Taken 37 en 38 testen bestaande woorden. Taak 37 kijkt specifiek naar woordlengte en taak 38 kijkt naar de invloed van woordfrequentie en voorstelbaarheid. In taak 37 spelde BM één woord van vier grafemen, één woord van vijf grafemen en twee van zes grafemen foutief. Opnieuw waren de verschillen ten gevolge van woordlengte niet significant ($\chi^2(3) = 2,4$; $p > 0,49$). Als de resultaten van deze taak met de resultaten van taak 43 (in verband met non-woorden) worden vergeleken, blijkt dat non-woorden vaker foutief gespeld worden dan bestaande woorden. Dit verschil was significant ($\chi^2(1) = 7,8$; $p = 0,05$).

Taak 38 test veertig woorden die variëren met betrekking tot woordfrequentie en voorstelbaarheid. Eenentwintig woorden werden door BM correct geschreven. Daarvan hadden er tien een lage voorstelbaarheid (en dus elf hoge voorstelbaarheid) en negen waren laagfrequent (en dus twaalf hoogfrequent). Noch voorstelbaarheid, noch frequentie hadden een significant effect op het aantal incorrect gespelde woorden (voor beide $p > 0,75$). Een analyse van de invloed van woordlengte was echter wel significant (langere woorden werden vaker foutief gespeld: $\phi = -0,297$; $p = 0,06$).

Tezamen suggereren deze PALPA-taken dat BM meer moeite heeft met het spellen van non-woorden dan met bestaande woorden (dit zou natuurlijk net zo goed gelden voor controleproefpersonen). Merk op dat de kenmerken van Caramazza e.a. (1987) met betrekking tot een stoornis in de grafemische buffer op zich geen uitspraak doen over het relatieve aantal fouten op bestaande en niet-bestaande woorden, maar wel over een gelijkaardig foutenpatroon. Aangezien onze data slechts een klein aantal non-woorden bevatte, hebben we geen verdere analyses enkel op non-woorden uitgevoerd. Het is echter wel zo dat frequent voorkomende fouten die in de volgende secties besproken worden (zoals fouten op geminate of obstructsubstituties, zie verder) zowel bij woorden als bij non-woorden voorkwamen. Tevens is de spelling van langere woorden meer aangetast dan de spelling van kortere woorden. Frequentie en voorstelbaarheid hebben geen invloed op het foutenpatroon van BM. Deze resultaten komen overeen met een stoornis van de grafemische buffer.

Taken ten behoeve van het experimenteel corpus

Uit de resultaten van de PALPA-taken bleek dat BM meer moeite had met langere woorden dan met korte woorden. Woorden in het experimenteel corpus hadden vijf tot elf grafemen. Aangezien er erg weinig woorden waren met negen, tien of elf grafemen, werden deze voor een analyse van woordlengte buiten beschouwing gelaten. Er bleven 113 woorden over (van vijf tot en met acht grafemen lang). Een correlatie tussen woordlengte en juistheid was signi-

ficant (meer spelfouten bij langere dan bij kortere woorden; $\phi = 0,317$; $p = 0,010$). Dit is in overeenstemming met de PALPA-taken.

Hoewel het corpus slechts weinig non-woorden bevatte, hebben we toch ook een analyse van het effect van woordstatus (woord versus non-woord) gedaan. Een totaal van 139 items werd hiervoor geanalyseerd, waaronder 18 non-woorden. Een correlatie tussen woordstatus en juistheid benaderde significantie (77,8% van de non-woorden werd foutief gespeld, tegenover 56,2% van de bestaande woorden; $\phi = 0,147$; $p = 0,082$). Samen met de PALPA-taken suggereert dit een klein effect van woordstatus.

Figuur 2 toont de verdeling van verschillende foutentypes. Substituties en deleties zijn duidelijk het meest frequent. Merk op dat het bij al deze fouten om grafemen gaat. Er waren bijvoorbeeld geen substituties van volledige woorden.³ Dit komt overeen met de karakteristieken van een stoornis in de grafemische buffer (zie achtergrond en discussie).

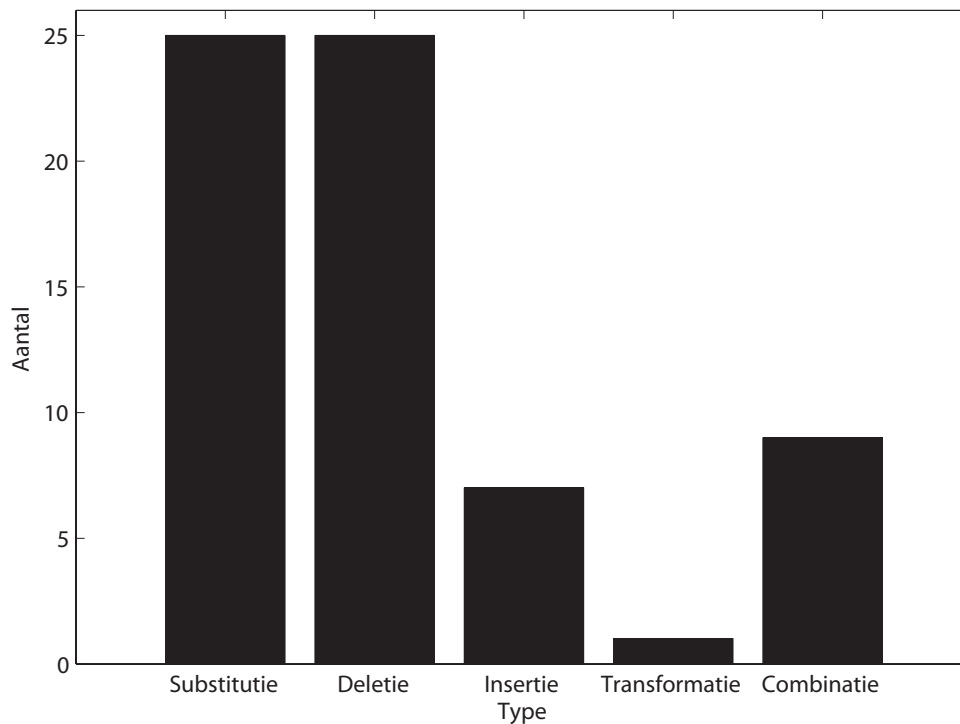
Twee fouten kwamen veelvuldig voor in het corpus en zullen hier besproken worden. Een eerste opmerkelijke en veelvoorkomende fout in BM's spelling had te maken met geminaten, of dubbele grafemen, zowel bij vocalen als bij consonanten. Er was een significante associatie tussen juistheid en clusterstatus (geminaat of niet-geminaat) bij consonanten (er waren meer fouten bij de geminaten; $\chi^2(1) = 10,119$; $p = 0,001$). Eenzelfde analyse voor de vocalen gaf geen significant resultaat ($\chi^2(1) = 0,920$; ns), hoewel figuur 3 een tendens laat zien. Een vergelijking van de data met vocaalclusters⁴ met de data met consonantclusters laat zien dat het aandeel aan fouten bij vocalische clusters (niet-geminaten) groter is dan het aandeel aan fouten bij consonantale niet-geminaten. Dit zou echter ook kunnen verklaard worden door een kleinere hoeveelheid data voor vocalische clusters (zie figuur 3). Zo blijkt dus dat BM naast een algemeen probleem met het spellen van geminaten (onafhankelijk van CV-status), moeite heeft met vocaalclusters (niet-geminaten). Consonantclusters leiden tot veel minder problemen bij BM.

Naast een probleem met geminaten valt in het corpus ook een andere frequente fout op. Bij de obstruenten blijkt BM zich redelijk vaak in stemhebbendheid te vergissen. Zo zijn er heel wat substituties van een <d> door een <t>, een <v> door een <f>, een <z> door een <s>, enz. Een analyse van dergelijke fouten (beperkt tot plosieven in dit corpus) onderzocht of de plaats van articulatie, de positie binnen een woord en/of de richting (van stemhebbend naar stemloos of andersom) hierbij een rol speelde. Er was in het hele corpus geen enkele dergelijke substitutie van een plosief te vinden aan het begin van een woord (maar wel van fricatieven). De plaats van articulatie van een finale plosief bleek niet te correleren met juistheid ($\phi = 0,193$; ns), terwijl de richting wel een rol bleek te spelen (een stemhebbende plosief werd vaker gesubstitueerd dan een stemloze; $\phi = 0,352$; $p = 0,024$). Zoals gezegd waren niet alleen plosieven, maar ook fricatieven vaak onderhevig aan dergelijke substituties. Fricatieven

³Eén fout (hieronder in (i)) kan echter eventueel beschouwd worden als een semantische fout, en een andere (in (ii)) als een morfologische. Aan de andere kant is een substitutie van een <v> door een <f>, zoals in (i) een frequente fout bij BM (zie hoofdtekst), het kan hier dus ook gaan om een fonologische fout.

(i) vrucht FRUITE
(ii) xenofob XENOSCOOP

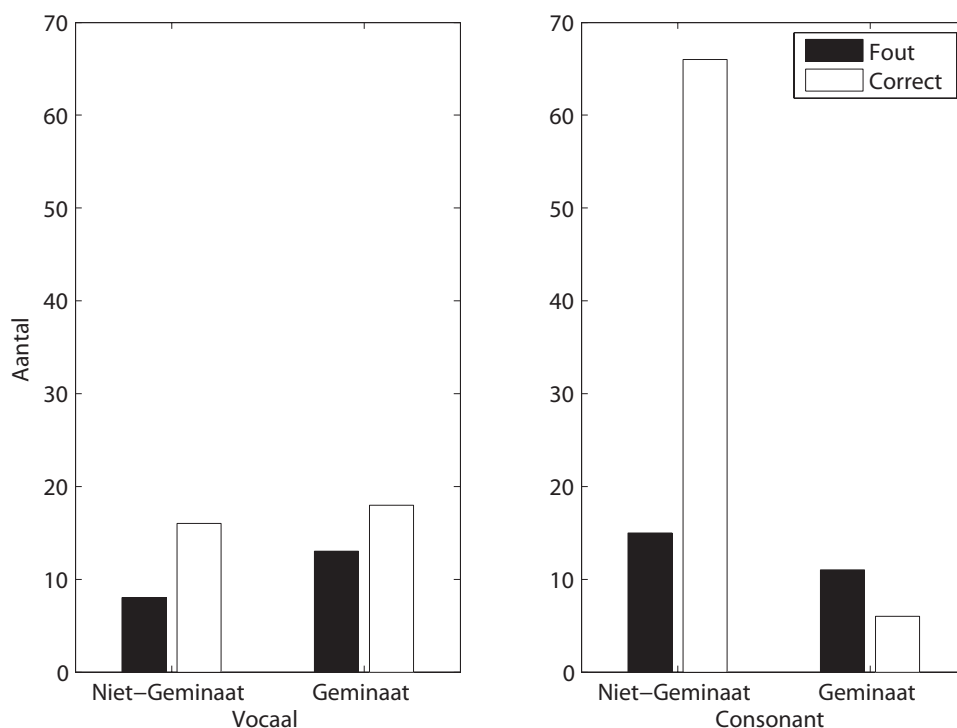
⁴Deze vocaalclusters bevatten zowel grafemen als 'ie', die slechts een foneem representeren alsook clusters die twee fonemen representeren (als in 'patiënt').



Figuur 2: Verdeling van fouttypes in het corpus. De respectievelijke waarden zijn: substitutie = 25; deletie = 25; insertie = 7; transpositie = 1; combinatie = 9. Combinaties zijn woorden waarin meer dan één fouttype voorkwam. De andere categorieën kunnen ook woorden bevatten waarin meer dan één fout van die categorie gemaakt werd.

werden echter ook aan het woordbegin gesubstitueerd, in tegenstelling tot plosieven. Merk op dat voor zowel plosieven als fricatieven er in het Nederlands een proces van verstemlozing geldt in de coda ('final devoicing'). Bovendien is het contrast tussen stemloze en stemhebbende fricatieven voor veel moedertaalsprekers in elke woordpositie verdwenen of aan het verdwijnen (van de Velde e.a., 1996). Zie discussie voor verdere bespreking.

Een terugkerend onderwerp in de literatuur over de stoornis in de grafemische buffer is tenslotte het zogenaamde 'linear position effect' of de invloed van grafempositie. In het kort gaat het om de invloed van de positie van de spelfout. In één van de vroegste uitgebreide rapportages van een stoornis in de grafemische buffer beargumenteren Caramazza e.a. (1987) dat hun patiënt, LB, de neiging heeft om spelfouten te maken in het midden van het woord, in plaats van aan het woordbegin of wordeinde. Dit is in overeenstemming met wat Wing & Baddeley (1980) vonden voor spelfouten van niet-afatici. We verwijzen naar Jones (2009) voor een uitgebreide discussie. Anderzijds rapporteren Schiller e.a. (2001) een casus van een stoornis in de grafemische buffer waarbij de kans op fouten toeneemt aan het wordeinde, in



Figuur 3: Clusterjuistheid volgens clustertype.

plaats van in het midden. Beide foutenverdelingen kunnen verklaard worden op basis van de architectuur van de grafemische buffer. De genoemde studies gebruikten een methode beschreven in Wing & Baddeley (1980) om de foutenverdeling over grafeemposities te kwantificeren. Van een gegeven woord kent deze methode elk grafeem toe aan één van vijf abstracte posities, zoals in Tabel 1 is aangegeven. Voor bijvoorbeeld een woord van zeven grafemen ($7 = 1 \times 5 + 2$, dus de tweede rij van de tabel komt in aanmerking) worden twee grafemen toegerekend aan posities A en E, en slechts één grafeem aan elke andere positie. Een voorbeeld maakt het mechanisme wellicht duidelijk. Stel dat een proefpersoon het zevenletterwoord 'spiegel' gedictieerd krijgt. Om fouten in de spelling van dit woord te analyseren, worden de letters over vijf 'standaardposities' verdeeld, in dit geval als volgt: sp-i-e-g-el. Wordt er dus een fout gemaakt in de eerste of de tweede letter (bv. 'stiegel'), dan wordt een foutenscore van 0,5 (1 per fout, genormaliseerd met het aantal letters in een positie) aan positie A toegekend. Wordt een fout in bijvoorbeeld de vierde letter geschreven (bv. 'spigel'), dan wordt aan positie C de foutenscore 1 toegekend. Een nadeel van deze methode wordt hier meteen duidelijk: in dit voorbeeld is er een bias naar posities A en E (meer grafemen in een positie doet de kans op een fout in die positie toenemen). Dit kan de distributie natuurlijk beïnvloeden. Als de volledige tabel in ogenschouw wordt genomen, wordt duidelijk dat posities A en E in het al-

gemeen meer dan een gemiddeld aantal grafemen toegekend krijgen, terwijl posities B en D er minder krijgen.

Tabel 1: Illustratie van het toekennen van grafemen aan elk van vijf abstracte posities in de methode van Wing & Baddeley (1980).

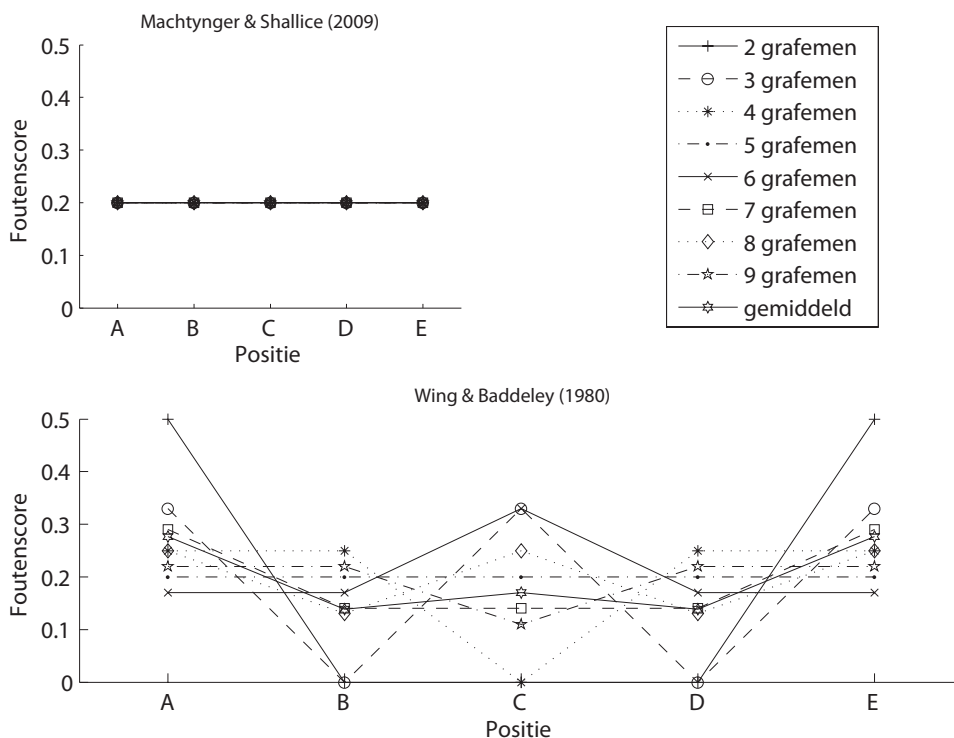
Woordlengte	Positie				
	A	B	C	D	E
$5*k + 1$	k	k	$k + 1$	k	k
$5*k + 2$	$k + 1$	k	k	k	$k + 1$
$5*k + 3$	$k + 1$	k	$k + 1$	k	$k + 1$
$5*k + 4$	$k + 1$	$k + 1$	k	$k + 1$	$k + 1$
$(k + 1)*5$	$k + 1$	$k + 1$	$k + 1$	$k + 1$	$k + 1$

Machtynger & Shallice (2009) stellen dat deze methode de toekenning van spelfouten aan een positie op een inadequate manier normaliseert. Zij stellen een andere methode voor, 'proportional accountability' (PA), die meer recht lijkt te doen aan de onderliggende distributie. De PA-methode verdeelt elke abstracte positie in een aantal blokjes, gelijk aan het aantal grafemen in het woord in kwestie (zie Tabel 2 voor een voorbeeld van een woord met zeven grafemen). Het cruciale verschil met de klassieke methode van Wing & Baddeley bestaat erin dat de laatste een grafeem steeds toekent aan één bepaalde positie, terwijl de PA-methode een grafeem voor een deel aan de ene positie, en voor een deel aan de andere positie kan toekennen. Op deze manier verdeelt de PA-methode het relatieve effect van een fout over één of meerdere posities.

Tabel 2: Illustratie van de PA-methode beschreven in Machtynger & Shallice (2009). Een voorbeeld voor een woord van zeven grafemen.

A	B	C	D	E
1 1 1 1 1 2 2	2 2 2 3 3 3 3	3 4 4 4 4 4 5	5 5 5 5 6 6 6	6 6 7 7 7 7 7

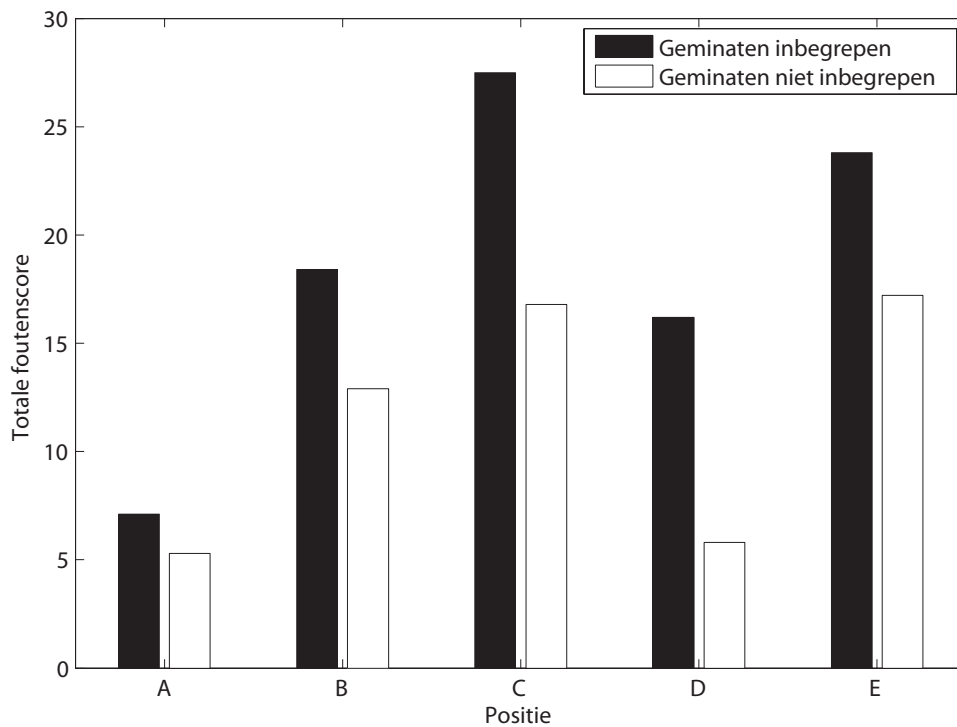
Tabel 2 illustreert een voorbeeld voor een woord van zeven grafemen. Elk van de vijf abstracte posities is in dit geval onderverdeeld in zeven blokjes (de cijfertjes). De zeven grafemen worden vervolgens gelijkmatig verdeeld over de 35 blokjes, waarbij elk grafeem vijf blokjes inneemt (aangeduid door de cijfertjes). Zo zien we dat het tweede grafeem bijvoorbeeld voor 2/5 aan positie A en voor 3/5 aan positie B wordt toegekend. Neem bijvoorbeeld het zevenletterwoord 'spiegel', dat door BM als SPIE EL werd geschreven, een deletie van het vijfde grafeem. Als we de PA-methode volgen, zien we dat 1/5 van het vijfde grafeem toegekend wordt aan positie C en 4/5 aan positie D. Deze fout kunnen we dus kwantificeren als een foutenscore van 0,2 in positie C en 0,8 in positie D, terwijl de methode in Wing & Baddeley (1980) een score van 1 zou toekennen aan positie D. Hoewel dit verschil misschien miniem lijkt, kan het leiden tot grote verschillen op een analyse van een heel corpus.



Figuur 4: Illustratie van de kwantificering van een uniforme foutenverdeling met (a) de PA-methode van Machtynger & Shallice en (b) de methode van Wing & Baddeley. Merk op dat met de methode van Wing & Baddeley er naar bepaalde posities - afhankelijk van de woordlengte - een bias is. Met dank aan Jon Machtynger.

Figuur 4 illustreert dat een in werkelijkheid uniforme verdeling er, afhankelijk van de woordlengte, heel anders kan uitzien met de methode van Wing & Baddeley, terwijl de PA-methode dichter bij de onderliggende verdeling blijft. Voor een vergelijkbaar voorbeeld met een normaalverdeling verwijzen we naar Machtynger & Shallice (2009).

Het is de PA-methode die we hebben gebruikt om het effect van de lineaire positie bij BM in kaart te brengen. De resultaten worden getoond in figuur 5. Twee dingen vallen op in figuur 5. Ten eerste heeft positie 3 een veel hogere foutenscore dan andere posities. Ten tweede stijgt de foutenscore naar het wordeinde toe. Het is echter belangrijk om na te gaan dat andere factoren dan louter de letterpositie dit resultaat niet beïnvloeden. We zagen al dat BM zowel vocale als consonantale geminaten vaak foutief spelt. In het corpus valt het op dat alle consonantale geminaten zich in het midden van een woord bevinden, en de meerderheid van de vocale geminaten aan het wordeinde. Dit zou op z'n minst de resultaten kunnen beïnvloeden. Een tweede analyse, ditmaal zonder de geminaten, leidt tot de foutenverdeling in de rechter grafiek van figuur 5. Het belangrijkste verschil tussen beide analyses gaat niet om positie 3 of 5, maar is met name een sterke reductie in de foutenscore van positie 4. Zowel



Figuur 5: De lineaire verdeling van de foutenscore per positie volgens de PA-methode. In de analyse in de linker grafiek werden ook de woorden met consonantale of vocale geminaten in acht genomen. In de analyse rechts werden ze buiten beschouwing gelaten.

positie 3 als positie 5 blijven een hogere score hebben dan de andere posities. Merk verder op dat beide distributies (in beide grafieken van figuur 5) significant verschillen van een uniforme verdeling (links: $\phi(4) = 15,011$; $p = 0,005$ respectievelijk rechts: $\phi(4) = 11,684$; $p = 0,020$). Dit toont aan dat de positie van een grafeem binnen een woord inderdaad een effect heeft op BM's spelfouten.

Discussie

De vorige sectie heeft aangetoond dat verscheidene factoren een rol spelen in het foutenpatroon van BM, zoals woordlengte en een al dan niet regelmatige spelling. Frequentie en voorstelbaarheid bleken geen invloed te hebben. Consonantale geminaten werden vaker foutief gespeld dan niet-geminaten. Bij vocalen was een dergelijk effect niet significant aanwezig, hoewel er wel een tendens in dezelfde richting was. Op basis van vijf abstracte grafeemplosities hadden posities 3 en 5 een hogere foutenscore dan de andere posities. Een foutenanalyse toonde tevens aan dat substituties en deleties frequenter waren dan andere foutentypes.

Tenslotte toonde een analyse van stemhebbendheidssubstituties bij plosieven aan dat vooral stemhebbende obstruenten een dergelijke substitutie ondergingen en plosieven nooit aan het woordbegin. Deze sectie zal op enkele aspecten dieper ingaan.

Een belangrijke vraag is of de stoornis er werkelijk één is in de grafemische buffer (dus orthografisch), of fonologisch. Een aantal gegevens suggereren dat het hier bij BM om een orthografische stoornis gaat. Hieronder geven we opnieuw de eigenschappen van een stoornis in de grafemische buffer, zoals beschreven in Caramazza e.a. (1987):

- (1) Eigenschappen van een stoornis in de grafemische buffer (Caramazza e.a., 1987):
 - (a) Gelijkaardige fouten in woorden en non-woorden.
 - (b) Gelijkaardig patroon voor verschillende taken (schrijven, luidop spellen, typen, enz.).
 - (c) Geen invloed van lexicale factoren (bijvoorbeeld frequentie, voorstelbaarheid, woordklasse, enz.).
 - (d) Voorkomende spelfouten zijn bijvoorbeeld substituties, deleties, inserties en transposities van grafemen, maar geen substituties van volledige woorden.
 - (e) Woordlengte heeft een invloed op juistheid.

De resultaten van de analyses die in de vorige sectie besproken werden laten zien dat BM veel van deze eigenschappen vertoont en dus suggereren de data een stoornis in de grafemische buffer. BM heeft inderdaad een gelijkaardig foutenpatroon voor woorden en non-woorden. Voor zowel woorden als non-woorden maakt BM vooral substituties en deleties. Eén van de vaak voorkomende fouten is een substitutie door de stemloze/stemhebbende tegenhanger, zoals besproken in de vorige sectie. Dergelijke fouten komen ook bij non-woorden voor. Zo schreef BM voor het non-woord 'govel' GOFEL, een substitutie van de <v> door een <f>. Een vergelijkbaar foutenpatroon voor woorden en non-woorden wordt verklaard door een stoornis in de grafemische buffer, aangezien deze buffer in actie komt nadat de lexicale en sublexicale route weer bijeen komen (zie figuur 1). Het is wel zo dat BM significant meer fouten maakte in non-woorden vergeleken met bestaande woorden.

Een tweede eigenschap van een stoornis in de grafemische buffer is eenzelfde patroon voor verschillende taken, aangezien het model ervan uitgaat dat de taak-specifieke cognitieve processen die nodig zijn voor deze taken (schrijven, hardop spellen, typen, enz.) slechts na de grafemische buffer divergeren. Hoewel dit niet expliciet getest is, kunnen we er vanuit gaan dat verschillende taken niet tot andere resultaten leiden. Het merendeel van de PALPA-taken was handgeschreven en de woorden in het corpus werden allemaal getypt. Gezien de bevindingen die voor de PALPA-taken werden gerapporteerd stuk voor stuk ondersteund worden door analyses van het corpus (bijvoorbeeld het effect van woordlengte en woordstatus), blijkt dat twee verschillende taken tot dezelfde fouten leiden.

De derde eigenschap zegt dat lexicale factoren geen invloed zouden mogen hebben op het foutenpatroon. Aangezien enkel substantieven werden getest kunnen we de invloed van woordklasse niet testen. Uit de PALPA-resultaten bleek echter wel dat noch frequentie, noch voorstelbaarheid een invloed hebben op de spelling.

De vierde eigenschap stelt dat spelfouten bij een dergelijke stoornis substituties, deleties, transposities en inserties van grafemen zijn, maar geen fouten op het niveau van volledige woorden. Figuur 2 gaf een overzicht van de verdeling van deze fouttypes in het corpus. Fouten op het niveau van volledige woorden kwamen niet voor (maar zie voetnoot 3). Dit suggereert dat de onderliggende stoornis er geen is in het lexicon, want dat zou leiden tot fouten op woordniveau in plaats van grafeemniveau.

De laatste eigenschap die Caramazza e.a. vernoemen is de invloed van woordlengte. Terwijl woorden op het lexicale niveau als ondeelbare eenheden behandeld worden, worden ze in de grafemische buffer tijdelijk opgeslagen terwijl ze grafeem voor grafeem uitgespeld worden. Aangezien langere woorden langer in de buffer opgeslagen moeten worden, hebben zij meer kans om foutief gespeld te worden. Dit lengte-effect is in de vorige sectie aangetoond aan de hand van de PA-methode van Machtynger & Shallice (2009).

Daarmee zijn alle eigenschappen die door Caramazza e.a. vernoemd worden ook gevonden bij BM. Een aantal bijkomende feiten ondersteunt de aanname dat BM een stoornis heeft in de grafemische buffer, en dus een orthografische stoornis.

In een vorige sectie werd reeds vermeld dat het effect van de grafeempositie al vaker naar voren is gekomen in de literatuur in verband met de grafemische buffer. Sommige casussen (bijvoorbeeld LB in Caramazza e.a., 1987) tonen een bias voor fouten in het midden van een woord, andere casussen (zie bijvoorbeeld Schiller e.a., 2001) hebben juist een bias naar het wordeinde. In elk geval maakt het feit dat de grafemische buffer een werkgeheugen is die de woordvorm actief houdt terwijl hij wordt verwerkt, een invloed van woordinterne positie waarschijnlijk. De discussie van de literatuur in de eerste sectie van dit artikel heeft laten zien dat beide foutenverdelingen door een stoornis in de grafemische buffer verklaard kunnen worden. Figuur 5 laat duidelijk een effect van grafeempositie zien, met een bias naar het midden en het wordeinde. Dit lijkt dus inderdaad op een combinatie van beide verdelingen die in de literatuur besproken werden. Er is geen reden dat de verklaringen van beide verdelingen niet tegelijkertijd zouden kunnen gelden.

Verder is duidelijk dat BM in het bijzonder moeilijkheden heeft met het spellen van geminaten. Vooral in consonantale geminaten maakt ze meer fouten dan in consonantclusters in eenzelfde positie. Dit gegeven is ook in overeenstemming met een aantal rapportages van patiënten met een stoornis in de grafemische buffer. Miceli & Capasso (2006) vermelden enkele casussen in dit verband. Sommige patiënten maakten meer fouten op geminaten dan op gewone clusters, voor anderen was het net andersom. Miceli & Capasso beargumenteren aan de hand van deze casussen op overtuigende wijze dat geminaten in de grafemische buffer als eenheden worden behandeld. Ook BM's spelling toont dit aan. BM schreef voor het woord 'herrie' HEERIE, een fout die suggereert dat het geminaat inderdaad als een eenheid behandeld wordt: merk op dat deze spelfout in plaats van een gewone substitutie dus gezien kan worden als het verschuiven van een 'geminate feature'. In dat geval is een geminaat dus een enkele letter met een bijzondere eigenschap, in plaats van een opeenvolging van twee letters. Dit zou kunnen verklaren waarom geminaten anders behandeld worden dan consonantale clusters. Als geminaatstatus, zoals Miceli & Capasso stellen, onafhankelijk van de identiteit van het grafeem gecodeerd wordt, is het zeker niet ondenkbaar dat de link tussen het kenmerk en het grafeem door een stoornis verloren gaat en het kenmerk dus naar een an-

der grafeem kan verschuiven. Dit zou in dit voorbeeld dan geleid hebben tot het verdubbelen van de <e> in plaats van de <r>. Dit verklaart ook waarom met deze schijnbare substitutie de CV-status niet gerespecteerd wordt, terwijl BM dat normaal wel doet: als deze fout, in de plaats van een substitutie, een verschuiving van het ‘geminate feature’ is, is er geen sprake van een consonant die gesubstitueerd wordt door een vocaal.

De hypothese dat BM een orthografische stoornis heeft in de grafemische buffer wordt bovendien ondersteund door het feit dat geminaten in het Nederlands een orthografische manier zijn om het fonologische verschil tussen lange en korte vocalen aan te duiden. Aangezien er geen echte fonologische geminaten zijn in het Nederlands (zie voetnoot 1), is hun status puur orthografisch.

Tenslotte is de volgende spelfout van belang:

- (2) scholier SCHOILER

Hoewel in dit geval het grafeem <ie> een enkel foneem voorstelt, leidt een transpositie tot het verbreken van deze fonologische eenheid. Miceli & Capasso (2006) rapporteerden casussen waarin de patiënt fouten die tot het verbreken van een geminaat leidden niet of nauwelijks maakten, wat zij als evidentie namen dat geminaten als een eenheid werden behandeld. Met dezelfde redenering kan het bovenstaande voorbeeld als evidentie genomen worden dat het grafeem <ie> hier niet als eenheid wordt behandeld. Dit wijst dus op een puur orthografische fout, en geen fonologische (waar <ie> net wel een eenheid zou zijn).⁵

Al het bovenstaande wees op een orthografische stoornis. Daarnaast zijn er echter ook enkele aanwijzingen dat fonologie ook invloed heeft op de spelling van BM. Dit komt ook overeen met de gedachte dat de sublexicale route erger aangetast is dan de lexicale route bij BM. Als er helemaal geen fonologische invloed zou zijn, zou men verwachten dat BM geen fonologisch plausible fouten zou maken. Een grafeem zou gesubstitueerd kunnen worden door elk willekeurig grafeem, niet enkel door fonologisch gelijkaardige grafemen.⁶ Als we BM's substituties analyseren blijkt echter dat dit niet het geval is. Kijk bijvoorbeeld naar de volgende voorbeelden met het grafeem <c>:

- (3) beginsel BEGINCEL
reces RESES

- (4) accu AKU
cultuur KUTUR

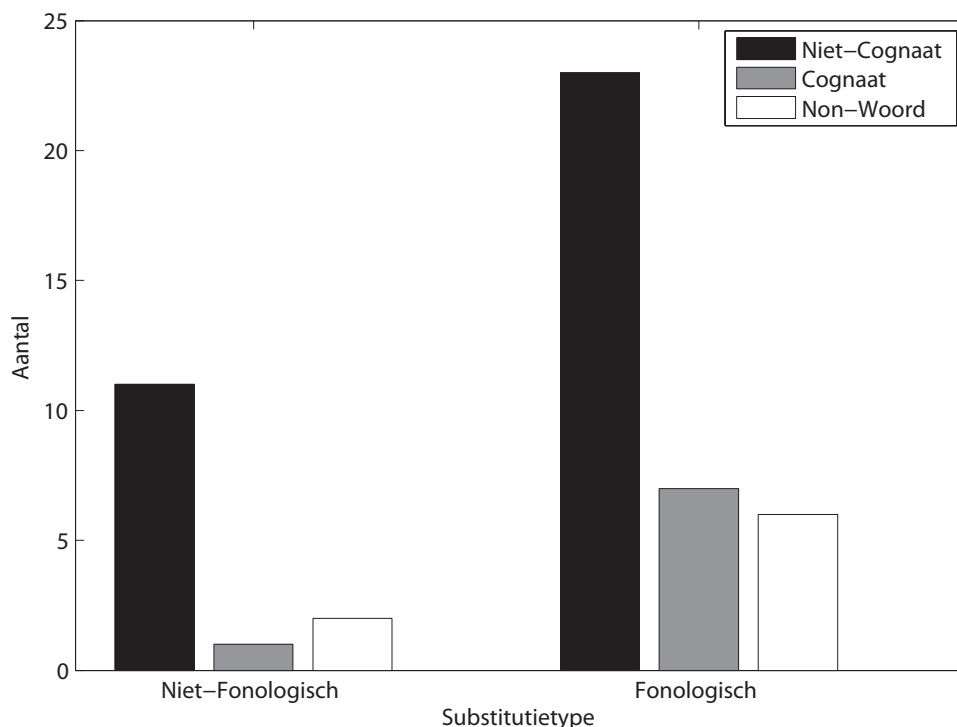
⁵Merk echter op dat de volgende spelfouten (substituties) een fonologische eenheid als eenheid lijken te behandelen. Hier blijkt duidelijk fonologische invloed, aangezien een grafeem wordt vervangen door een ander grafeem dat hetzelfde foneem (/ɛi/) representeert.

(i) lijster LEISTER
(ii) eiland IJLAND
(iii) partijlid PARTEILID

⁶Natuurlijk moet ook rekening gehouden worden met orthografische regels en beperkingen, maar louter orthografische regels kunnen de substituties die hier besproken worden niet verklaren.

Cruciaal is natuurlijk dat in het Nederlands het grafeem <c> zowel het foneem /s/ (in de voorbeelden in (3)) als het foneem /k/ (in de voorbeelden in (4)) kan representeren. Merkwaardig is dat BM deze uitspraak respecteert: een <c> wordt bijvoorbeeld alleen vervangen door een <k> in een omgeving waar die <c> ook daadwerkelijk als /k/ moet worden uitgesproken. In een puur orthografische stoornis zou men dit niet verwachten.

Substituties werden geïnclassificeerd als fonologisch plausibel of fonologisch niet plausibel. Fonologisch plausible spelfouten bevatten fouten waarbij een grafeem werd vervangen door een grafeem dat er fonologisch gelijk aan was of slechts minimaal van verschilde (bijvoorbeeld enkel een verschil in stemhebbendheid). De grafiek in figuur 6 vergelijkt het aantal fonologische en niet-fonologische substituties. Deze distributie verschilt significant van een uniforme distributie voor de woorden zonder Duitse cognaten ($\chi^2(1) = 4,235$; $p = 0,04$), en dat was ook het geval als de niet-cognaten samen werden genomen met de Duitse cognaten en de non-woorden ($\chi^2(1) = 9,680$; $p = 0,002$). Dit is een sterke aanwijzing dat de stoornis niet puur orthografisch is, maar fonologie ook een rol speelt.



Figuur 6: Verdeling van fonologisch plausible en fonologisch niet-plausible substituties in de spelling van BM.

Een andere aanwijzing voor fonologische interactie is het geval van substitutie door de stemhebbende/stemloze tegenhanger bij obstruenten dat in de vorige sectie al aan bod kwam.

Gvion & Friedman (2010) rapporteren een casus met een specifieke storing van stemhebbendheid, waarbij de patiënt grafemen vervangt door hun stemhebbende of stemloze tegenhangers. Gvion & Friedman noemen deze stoornis ‘dyscravia’. De substituties van BM lijken echter van een andere aard te zijn. Hoewel BM wel dergelijke substituties maakte, kwamen deze voor plosieven enkel aan het wordeinde voor. Gegeven het feit dat in die omgeving plosieven fonologisch steeds stemloos zijn in het Nederlands en dat vooral stemhebbende plosieven werden vervangen door stemloze (en niet andersom: de orthografische stemhebbendheid correleerde sterk met juistheid; $\phi = 0,417$; $p = 0,001$), lijkt fonologie een rol te spelen. Kortom, BM substitueerde in deze gevallen een grafeem door een ander grafeem die dichterbij de fonetische realiteit ligt. Hoewel de fricatieven ook aan het woordbegin gesubstitueerd werden, geldt dezelfde redenering. In het Nederlands is het fonetische onderscheid tussen stemloze en stemhebbende fricatieven voor veel moedertaalsprekers al verdwenen of aan het verdwijnen (Van de Velde, 1996). Veel (stemhebbende) fricatieven zijn dus niet alleen aan het wordeinde, maar ook elders stemloos. Dat kan verklaren waarom fricatieven aan het woordbegin en intervocalisch ook op deze manier gesubstitueerd worden.⁷ In ieder geval suggereert dit dat BM hier ten minste gedeeltelijk gebruik maakt van een ‘phoneme-grapheme conversion’.

Uit dit alles kunnen we concluderen dat BM een stoornis heeft in de grafemische buffer (dus orthografisch). Dit is een stoornis van het werkgeheugen waarin de orthografische woordvorm tijdelijk opgeslagen wordt terwijl hij verder verwerkt en uitgespeld wordt. Zoals in de meeste gevallen is dit echter geen ‘puur’ geval. Er is een duidelijke invloed van de fonologie⁸, die gestalte krijgt in fonologisch plausibele spelfouten. Bijzondere aandacht werd besteed aan geminaten of dubbele grafemen in de Nederlandse spelling, en stemhebbendheid bij obstructanten.

In dit artikel hebben we een casus van dysgrafie beschreven. We zijn van mening dat dit artikel met de beschrijving van een Nederlandstalige casus de bestaande literatuur aanvult en bijdraagt tot het de psycholinguïstische realiteit van de grafemische buffer. In die zin is deze casus allereerst van theoretisch belang. Ook suggereren de spelfouten van BM een bijzondere status voor geminaten (zoals al eerder gesuggereerd door o.a. Caramazza & Miceli (1990))

⁷Invloed van het Duits kan hier ook een rol spelen, aangezien de grafemen <z> en <v> bijvoorbeeld in het Duits steeds stemloos zijn, in tegenstelling tot de Nederlandse uitspraak. Anderzijds tonen De Schryver e.a. (2008) dat de verstemlozing van fricatieven in het Nederlandse taalgebied ook leidt tot hypercorrecties, wat doet vermoeden dat de stemhebbendheidsparameter zijn functionele waarde verliest, hoewel de verstemlozing een gradueel proces is en dus lang niet in alle gevallen volledig is.

⁸Hoewel we in dit artikel focussen op de spelfouten van BM, werden er ook andere PALPA-taken afgenomen die hier niet besproken werden. Eén van deze, PALPA-test 26, is in zekere mate echter wel relevant voor de discussie met betrekking tot een (deels) fonologische stoornis. PALPA-test 26 is geen schrijftaak, maar test visuele lexicale decisie: de patiënte werd gevraagd om bij een reeks geschreven woorden een streep te zetten door de woorden die niet bestaan. Onder de zestig gepresenteerde woorden bevinden zich, onder andere, dertig non-woorden, waarvan vijftien pseudo-homofonen. Dit zijn non-woorden die klinken als bestaande woorden (bijvoorbeeld ‘klagd’ of ‘beibel’). Opmerkelijk was dat BM geen enkele fout maakte bij bestaande woorden, slechts één fout bij niet-homofone non-woorden, maar wel tien fouten maakte bij de pseudo-homofonen. Dit lijkt op een extra aanwijzing voor een fonologische stoornis: de pseudo-homofonen zijn orthografisch gezien non-woorden, maar zijn fonologisch gelijk aan bestaande woorden.

en geven ze (met name aan de hand van een grafeempositie-effect) inzicht in de cognitieve structuur van orthografische informatie. Hoewel we in dit artikel met name op eerdere theoretische kwesties hebben gefocust, zijn we van mening dat BM ook klinisch relevant is. Enerzijds draagt de beschrijving van BM's spelfouten bij tot het diagnosticeren van een stoornis in de grafemische buffer. Anderzijds kan deze studie naar onze mening ook een bijdrage leveren met betrekking tot therapeutische kwesties. Zo zou de therapie en opvolging van patiënten met een stoornis in de grafemische buffer aan de hand van casussen als deze gespecificeerd en geoptimaliseerd kunnen worden. Men denke aan specifieke aandacht voor clusters vs. geminaten, grafeempositie, etc. Zowel theoretische als therapeutische kwesties kunnen verder uitgediept worden door deze casus te vergelijken met nieuwe casussen. Ook de invloed van fonologische informatie op spelfouten en vice versa is van belang voor de klinische aspecten van de stoornis. Met name voor Nederlandstalige patiënten kan er in de therapie bijvoorbeeld bijzondere aandacht gespendeerd worden aan het onderscheid tussen stemhebbende en stemloze obstruenten. Dit zijn slechts enkele voorbeelden van aspecten van deze casus die verder uitgediept zouden kunnen worden. We hopen dat deze casus een inspiratiebron kan zijn voor verder onderzoek naar de grafemische buffer en voor optimalisering van therapie en opvolging van patiënten met de beschreven stoornis.

Besluit

In dit artikel hebben we aangetoond dat patiënte BM een orthografische stoornis heeft in de grafemische buffer. Dit wordt met name duidelijk door het type fouten dat BM maakt en het lengte-effect. Opmerkelijk is dat BM bijzondere moeilijkheden lijkt te hebben met geminaten, of dubbele grafemen, hoewel deze geminaten in het Nederlands niet fonologisch, maar puur orthografisch zijn. Verder hebben we met de 'proportional accountability' methode van Machtynger & Shallice (2009) de invloed van grafeempositie geanalyseerd. Daaruit bleek dat, gegeven vijf abstracte grafeemposities binnen een woord, grafemen in posities 3 en 5 veel vaker foutief gespeld worden dan grafemen in andere posities. Dit komt zowel overeen met de bias naar het woordmidden, beschreven in o.a. Caramazza e.a. (1987) en met de bias naar het wordeinde beschreven in Schiller e.a. (2001). In de literatuur is gesuggereerd dat de bias naar het woordmidden het resultaat is van competitie tussen de grafemen van een woord en dat de bias naar het wordeinde het resultaat is van verval van informatie ('information decay') in de grafemische buffer. Deze twee verklaringen sluiten elkaar niet uit.

Referenties

- Bub, D. & Kertesz, A. (1982). Deep agraphia. *Brain and language*, 17, 146-165.
- Caramazza, A. & Miceli, G. (1990). The structure of graphemic representations. *Cognition*, 37, 243-297.
- Caramazza, A., Micelli, G., & Romani, C. (1987). The role of the graphemic buffer in spelling: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, 59-85.

- De Schryver, J., Neijt, A., Ghesquière, P., & Ernestus, M. (2008). Analogy, frequency, and sound change: The case of Dutch devoicing. *Journal of Germanic Linguistics*, 20, 159-195.
- Ellis, A.W. & Young, A.W. (2004). *Human Cognitive Neuropsychology*. Psychology Press.
- Glasspool, D. W. & Houghton, G. (2005). Serial order and consonant-vowel structure in a graphemic output buffer model. *Brain and Language*, 94, 304-330.
- Goodglass, H. (1993). *Understanding Aphasia. Foundations of Neuropsychology*. Academic Press, California.
- Gvion, A. & Friedmann, N. (2010). Dyscravia: Voicing substitution dysgraphia. *Neuropsychologia*, 48, 1935-1947.
- Jones, A.C. (2009). *Why do we mipsell the midd le of words? Exploring the role of orthographic texture in the serial position effect* (PhD thesis). Kent State University.
- Kay, J., Lesser, R., & Coltheart, M. (1992). *Psycholinguistic assessment of language processing in aphasia*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Machtynger, J. & Shallice, T. (2009). Normalizing serial position analyses: The proportional accountability algorithm. *Cognitive Neuropsychology*, 26, 217-222.
- Miceli, G. & Capasso, R. (2006). Spelling and dysgraphia. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 110-134.
- Shallice, T. (1981). Phonological agraphia and the lexical route in writing. *Brain*, 104, 413-429.
- Schiller, N.O., Greenhall, J.A., Shelton, J.R., & Caramazza, A. (2001). Serial order effects in spelling errors: Evidence from two dysgraphic patients. *Neurocase*, 7, 1-14.
- Schiller, N.O., Meyer, A.S., & Levelt, W.J.M. (1997). The syllabic structure of spoken words: Evidence from the syllabification of intervocalic consonants. *Language and Speech*, 40, 103-140.
- Van de Velde, H., Gerritsen, M., & van Hout, R. (1996). The devoicing of fricatives in Standard Dutch: A real-time study based on radio recordings. *Language Variation and Change*, 8, 149-175.
- Wing, A.M. & Baddeley, A.D. (1980). Spelling errors in handwriting. In U. Frith (Ed.), *Cognitive processes in spelling* (pp. 252-272).