

A7.5

Lezen en schrijven

DR. P.A.T.M. ELING

Vakgroep Vergelijkende en Fysiologische Psychologie, Katholieke Universiteit Nijmegen

DR. A.M.T. BOSMAN

Vakgroep Orthopedagogiek, Katholieke Universiteit Nijmegen

INHOUD

1	Inleiding	3
1.1	De orthografische code	3
1.2	Tekst	4
2	Woorden	5
2.1	Oorsprong van het alfabetische schrift	5
2.2	Orthografie en fonologie	6
3	Woordherkenning	8
3.1	Morfologie	8
3.2	Woordherkenningseffecten	9

(vervolg aan ommezijde)

REDACTIE: dr. H.F.M. Peters, hoofdredacteur | prof. dr. R. Bastiaanse |
prof. dr. J. van Borsel | prof. dr. P.H.O. Dejonckere | drs. K. Jansonius-Schultheiss |
drs. Sj. van der Meulen | B.J.E. Mondelaers

4	Modellen	12
4.1	Modellen in soorten en maten	12
4.2	Dual route-model voor lezen	13
4.3	Dual route-model voor spellen	15
4.4	Neurale netwerken	17
4.5	Een recurrent netwerk voor lezen en spellen	20
4.6	De interpretatie van woordherkenningseffecten	22
5	De ontwikkeling van lezen en spellen	23
5.1	Het dual route-model	23
5.2	Het recurrente netwerk	25
5.3	Leesvoorwaarden	27

Lezen en schrijven

P.A.T.M. ELING & A.M.T. BOSMAN

1 Inleiding

1.1 DE ORTHOGRAFISCHE CODE

De functie van taal is communicatie en communicatie kan worden omschreven als het uitwisselen van een boodschap tussen een zender en een ontvanger. De boodschap wordt in een bepaalde code of vorm gegoten. Bij lezen en schrijven gaat het daarbij om geschreven woorden, het schrift. Het schrift verschilt in een aantal opzichten van gesproken taal. Zo zal spraak in het algemeen veel sneller verwerkt kunnen worden; de situatie waarin beide gebruikt worden verschilt meestal en in bepaalde situaties zal er een voorkeur zijn om spraak te gebruiken of juist schrift. Een heel belangrijk verschil is echter de code die gehanteerd wordt en met code bedoelen we hier de vorm waarin de boodschap verpakt wordt. Concepten, begrippen of betekenissen worden omgezet in lexicale eenheden, de woorden en woordvormen, en bij schriftelijke communicatie worden die eenheden weer omgezet in spellingpatronen of orthografische eenheden.

Dit hoofdstuk richt zich met name op de psychologische processen (en dus niet op de biologische of neurologische; zie ook Posner en Raichle, 1995) die betrokken zijn bij het verwerken van die orthografische eenheden, zowel bij het lezen als bij het schrijven. Maar bij het schrijven zullen we het niet hebben over de schrijfmotoriek. Er is de afgelopen jaren een sterke toename te zien in onderzoek naar de aansturing van de spieren in de hand om de juiste halen en lussen te maken, het grafonomisch onderzoek (zie voor een overzicht van recent onderzoek op dit gebied, Simner e.a., 1996). Die motorische processen kunnen niet tot het domein van de taal gerekend worden; dat in tegenstelling tot de spelling. We gebruiken daarom ook de term 'spellen' in plaats van

'schrijven'. De orthografische kennis¹, de regels die bepalen hoe een bepaald woord door lettertekens moet worden weergegeven, behoort juist wel tot de taalprocessen. In onze ogen zijn daarom de orthografische kennis en de codeer- en decodeerprocessen, die bij het spellen en lezen die code moeten verwerken, de meest wezenlijke aspecten.

1.2 TEKST

Hoewel dit hoofdstuk voornamelijk is gericht op het herkennen en spellen van losse woorden, is het lezen van teksten dermate belangrijk, dat we dat niet geheel onbesproken willen laten. Wanneer iemand een tekst wil lezen om de boodschap van de schrijver te achterhalen, valt het op hoe gering de betekenis van afzonderlijke woorden is. Een lezer zal nooit (nagenoeg) letterlijke formuleringen weergeven, wanneer hem gevraagd wordt waar de tekst over gaat. Een tekst (en zelfs een zin) wordt blijkbaar niet opgeslagen als een reeks woorden. Maar hoe dan wel? Modellen voor tekstbegrip maken gebruik van begrippen als schema's of 'story grammars' om aan te geven dat er bij het lezen van teksten bepaalde structuren, tekstrepresentaties worden gemaakt of ingevuld door centrale begrippen en proposities in zo'n structuur te plaatsen en de relaties met andere onderdelen te specificeren.

Interessant is dat daarbij niet alleen gebruik wordt gemaakt van de informatie die in de tekst gegeven is, maar ook van de kennis van de lezer. Bij de zin 'En toen pakte Jan de riem en liet Tommy uit', zullen de meeste lezers bedenken dat Tommy een hond moet zijn. Dergelijke interpretaties noemen we inferenties. Lezers kunnen bij het lezen van teksten dergelijke inferenties maken, maar doen ze dat ook? Wanneer een studente een tekst kritisch moet lezen, hoop je dat ze dat ook doet, maar het is zeker niet zo dat ons tekstverwerkingssysteem voortdurend allerlei mogelijke inferenties blijft genereren. Dat betekent dat bepaalde condities aanleiding geven om al dan niet bepaalde ontbrekende informatie op te vullen. Taakomstandigheden en tekstenmerken lijken hier een belangrijke rol te spelen (zie ook Rayner & Pollatsek, 1989).

¹ We spreken hier over orthografische kennis als de (impliciete) kennis die de lezer of schrijver gebruikt, ter onderscheiding van het begrip 'orthografie' dat naar de regels verwijst die min of meer formeel binnen een taalgemeenschap worden vastgesteld. In de rest van dit hoofdstuk zullen we dat onderscheid verder veronachtzamen en beide termen door elkaar gebruiken voor de kennis van de individuele taalgebruiker.

Een belangrijke methode bij het onderzoek naar het lezen van tekst is het registreren van oogbewegingen. Onze ogen glijden niet zo soepel over de regels als romanschrijvers ons wel eens doen geloven. Ze maken sprongen, saccades genoemd, waarbij de grootte van de sprong voor een deel bepaald wordt door de moeilijkheidsgraad van de tekst en van de daarin voorkomende woorden. Tussen sprongen in blijven de ogen gedurende een bepaalde tijd stilstaan en zo'n periode heet 'fixatie'. Alleen tijdens zo'n fixatie kan worden gelezen. Een fixatie varieert sterk in duur, van 150 tot 500 msec tijdens het lezen van tekst, met een gemiddelde van ongeveer 200 tot 250 msec. Een saccade duurt ongeveer 20 tot 50 msec. Hoewel de sprongen meestal vooruitgaan, zal een lezer ook wel eens terugspringen in een zin of paragraaf, vooral als de tekst wat moeilijker is. Dergelijke sprongen heten regressies. Een ervaren lezer zal bij het lezen van een tekst het merendeel van de woorden wel fixeren, waarbij aan korte en heel bekende woorden (lidwoorden bijvoorbeeld) weinig tijd wordt besteed. (Zie voor een uitgebreide bespreking van het onderzoek naar lezen met behulp van oogbewegingen, Rayner & Pollatsek, 1987.)

In het vervolg van dit hoofdstuk zullen we ons vooral concentreren op het proces van het lezen en spellen van woorden. Natuurlijk is lezen meer dan het lezen van een enkel woord. De zinnen en de tekst moeten namelijk begrepen worden. Het doel is immers het halen van informatie uit het geschrevene. Toch is de nadruk op het woord gerechtvaardigd. Perfetti (1985) heeft laten zien dat een zwakke automatisering van het woordherkenningsproces vrijwel geheel verantwoordelijk is voor een geringe leesvaardigheid. Eerst zullen we het specifieke karakter van ons schriftsysteem bespreken. Daarbij worden ook een aantal opvallende feiten vermeld, die in het onderzoek naar het proces van woordherkenning naar voren zijn gekomen. Vervolgens bespreken we twee typen theorieën, die beogen het proces van lezen en spellen adequaat en bondig te beschrijven. Ten slotte gaan we kort in op de ontwikkeling van lezen en spellen.

2 Woorden

2.1 OORSPRONG VAN HET ALFABETISCHE SCHRIFT

Evolutionair gezien zijn lezen en spellen functies die de mens nog niet zo lang geleden ontwikkeld heeft. Aanvankelijk werden er tekeningen gemaakt. Een variant op de tekeningen vormen de meer abstracte logogrammen, waarbij een logogram een bepaald woord representeert. Het gerepresenteerde woord

is vaak niet meer herkenbaar in de figuur. Men gaat ervan uit dat rond 3500 v. Chr. in de streken van Egypte en het toenmalige Mesopotamië, het huidige zuiden van Irak, het schrift is ontstaan en dat rond 2000 v. Chr. in China en India het schrift werd ingevoerd (Gelb, 1952). Het Chinees gebruikt logogrammen en in Japan worden twee schriftsystemen gebruikt waarvan het Kanji uit logogrammen bestaat. Rond 1500 v. Chr. gebruikten de Feniciërs de Egyptische hiërogliefen om lettergrepen af te beelden. Rond 1000 v. Chr. ontwikkelden de Grieken op basis van het syllabische schrift van de Feniciërs het alfabetische schrift waarbij voor elke klank, inclusief de klinkers, een letter werd geschreven.

Al vaker is beweerd dat de fylogenetische ontwikkeling weerspiegeld wordt in de ontogenetische ontwikkeling, en zo heeft Frith (1985) beweerd dat het leesleerproces een aantal stadia kent. Hoewel kinderen vrij gemakkelijk allerlei woorden leren hanteren in de gesproken taal, is het aanleren van logogrammen nogal moeilijk. Het is een zware belasting voor het geheugen om losse, individuele eenheden op te slaan. Dat wordt gemakkelijker wanneer er meer structuur, regelmaat in zit. Op de niveaus onder het woord zit die regelmaat: woorden bestaan uit lettergrepen en een taal heeft een beperkt aantal lettergrepen. Wanneer je voor een lettergreep een apart teken maakt, kun je met die lettergreep tekens een veel groter aantal woorden spellen. Echter, het aantal klanken dat een taal gebruikt is nog weer kleiner dan het aantal lettergrepen. Het ligt dus voor de hand gebruik te maken van die klanken. Schriftsystemen die op deze letter-klankcombinatie gebaseerd zijn, noemen we alfabetisch schrift.

2.2 ORTHOGRAFIE EN FONOLOGIE

Bij het lezen en spellen wordt een bepaalde code gebruikt en die code noemen we orthografie. Een soortgelijke code is er bij het produceren van spraak. Deze code heet fonologie. In beide gevallen moet voor een abstract begrip in ons mentale geheugen een bepaald woord worden opgezocht en in een vorm worden gegoten, die aan de ontvanger kan worden doorgegeven. Bij spraak gaat het daarbij om de fonemen, bij het schrift om de lettertekens, de grafemen. Grafemen kunnen bestaan uit een of meer letters. De P is een grafeem voor de foneem /p/, maar de AU is ook een grafeem, omdat dit het foneem /au/ representeert.

Er is een bepaalde niet altijd eenduidige relatie tussen de manier waarop een woord wordt verklankt en waarop het wordt geschreven, de relatie tussen fonemen en grafemen. Zak en tak worden beide met een k geschreven, terwijl

truc met een *c* geschreven wordt, hoewel je toch dezelfde *k*-klank hoort. In het Nederlands spellen we de woorden dus niet altijd zoals we ze uitspreken. Ervaren lezers hebben soms nauwelijks meer in de gaten dat die 'onregelmatigheden' in het systeem bestaan, maar als je de spelling van spontane spellers bekijkt – kinderen die al spellen voordat ze dat (formeel) geleerd hebben – dan valt op wat voor originele schrijfwijzen ze kunnen produceren, die bij nader inzien nog niet zo gek zijn. Sommigen zien deze onregelmatigheden als slecht, lastig, overbodig, restanten van vroeger, in ieder geval iets dat aangepast moet worden door alles maar te gaan spellen zoals je het hoort. Maar spreken wij alle woorden dan wel even systematisch uit? De variatie in uitspraak (denk ook aan de dialecten) zou terugkomen in de spelling en die zou er niet eenduidiger op worden. Anderen menen dat de onregelmatigheden vooral voortkomen uit de relaties van de woorden en woordvormen in het mentale geheugen en dat ze nodig zijn voor een goede verwerking op hoger niveau. We spellen *hond* en *honden* beide met een *d* om aan te geven dat het in beide gevallen om een soortgelijk dier gaat.

Er is dus geen een-op-een relatie tussen fonologie en orthografie, maar hoe is die relatie dan wel? En als er geen duidelijke relatie is, heb je dan bij het lezen en spellen de fonologische code nodig? Als je hardop wilt lezen wel natuurlijk: dan spreek je het woord uit. Beginnende lezers moeten vaak hardop lezen en worden zo gestimuleerd om relaties te leggen. Ervaren lezers lezen niet hardop, en dan is het de vraag of wel een beroep moet worden gedaan op de fonologische regels. Maar ook ervaren lezers en schrijvers komen woorden tegen die ze niet of niet goed kennen. Ze hanteren dan andere procedures dan wanneer ze bekende woorden lezen. Bij het lezen en spellen kunnen we heel flexibel een beroep doen op kennisbronnen, waaronder de orthografische en de fonologische kennis. Desalniettemin is het belangrijk om vast te stellen dat het om twee afzonderlijke deelsystemen gaat.

We zijn geneigd om die orthografische kennis op te vatten als een soort regelsysteem. Voor het Nederlands zou je kunnen denken dat het regelsysteem voor het spellen ongeveer als volgt werkt: koppel de fonemen van een bepaald woord dat je wilt spellen aan de grafemen (vervang de klanken door letters), tenzij er iets speciaals aan de hand is met dat woord (en dat moet dan in het mentale geheugen staan aangegeven). Is dat het geval, kijk dan of je een andere regel moet toepassen of dat ergens is vastgelegd welke reeks grafemen je moet gebruiken. Als je naar de heftige discussies over spellingherzieningen kijkt, dan wordt direct duidelijk tot hoeveel problemen dergelijke regelsyste-

men kunnen leiden: zoveel regels met nog meer uitzonderingen. In plaats van een regelsysteem, wordt tegenwoordig vaak verondersteld dat 'regelmaat' in mentale processen weerspiegeld wordt door de sterkte van de associaties of verbindingen tussen elementen. Deze benadering staat bekend als een 'netwerk' model en wordt voor alle mogelijke psychologische processen gebruikt, niet in de laatste plaats om op computers psychologische processen (met hun specifieke kenmerken en fouten) na te bootsen.

Kortom, er zijn tal van relaties tussen grafemen en fonemen, en de mate waarin die verbindingen geactiveerd worden en ook noodzakelijk zijn voor een goed verloop van het lees- en spelproces, is sterk afhankelijk van de taalgebruiker en het specifieke woord.

3 Woordherkenning

3.1 MORFOLOGIE

Een heel speciale discussie binnen het onderzoek naar woordherkenning wordt gevormd door de vraag hoe morfologisch complexe woorden worden gelezen. Het gaat dan niet zozeer om de vraag of een samengesteld woord moeilijker is te lezen dan een enkelvoudig woord maar om de vraag of de structuur van belang is voor de manier waarop het woord gelezen wordt. Een aantal onderzoekers meende dat een woord als 'verdeling' gedecomposeerd zou worden en dat het woord dan aan de hand van de woordstam 'deel' zou worden opgezocht. Het zou dan ook kunnen zijn dat bij zo'n woord niet zozeer de frequentie van het complexe woord, maar de frequentie van de woordstam van belang is (zie ook Taft, 1991).

Veel woorden in een tekst zijn samengesteld uit een stam en voor- of achtervoegsels. De aard van die toegevoegde elementen is niet altijd gelijk: bij loopt is de *t* een inflectie die een grammaticale rol speelt en bij *omloop* zorgt het voorvoegsel *om* voor een bepaalde betekenis. Als alle mogelijke woordvormen in het mentale geheugen zouden zijn gerepresenteerd, dan zou dat wel eens inefficiënt kunnen zijn: je moet voor alle werkwoorden alle vormen opslaan, terwijl die toch voor een belangrijk deel met behulp van enkele regels zijn te reproduceren. Bovendien is de grammaticale informatie dan niet beschikbaar op het niveau van de syntactische verwerking. Er is dus iets voor te zeggen om bij morfologisch complexe woorden het geheel op te delen (te decomponeren) in relevante onderdelen om belangrijke grammaticale en semantische informatie beschikbaar te krijgen. Het is mogelijk dat decompositie wel optreedt bij inflecties en niet bij derivaties.

In de jaren tachtig was het probleem van de visuele woordherkenning van complexe woorden zeer populair en veel studies leken het idee van decompositie te ondersteunen. Door de opkomst van netwerkmodellen van woordherkenning is het enthousiasme voor het decompositie-idee afgenomen. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat dan bedoeld wordt op decompositie als een automatisch en noodzakelijk proces. Een taalgebruiker kan daarnaast decompositie altijd ook als een bewust, strategisch proces gebruiken. Bij de zin 'De bins walkt over het zaam' zou men kunnen bedenken dat er een werkwoord walken moet zijn met als persoonsvorm walkt. In allerlei situaties zou men een beroep kunnen doen op een dergelijk bewust decompositieproces. Niet zelden wordt dan ook beargumenteerd dat onderzoeksresultaten die suggereren dat decompositie plaatsvindt, eigenlijk het gevolg zijn van onderzoeksprocedures die dergelijke bewuste strategieën uitlokken.

3.2 WOORDHERKENNINGSEFFECTEN

Er is veel onderzoek gedaan naar factoren die bepalen of een woord makkelijker of moeilijker is om te lezen. Al dit onderzoek is van belang voor de modellen over woordherkenning omdat dergelijke modellen ook moeten verklaren hoe deze factoren het woordherkenningsproces beïnvloeden, bijvoorbeeld in welk stadium een bepaalde factor werkzaam is. In dit type onderzoek wordt heel vaak gebruik gemaakt van nonwoorden en pseudoworden. Nonwoorden zijn lettercombinaties die geen woord zijn maar ook de orthografische 'regels' overtreden, bijvoorbeeld 'hinds'. Een pseudowoord is een letterreeks, die de regels niet schendt, maar toch geen bestaand woord is, bijvoorbeeld 'handem'. Pseudoworden worden vaak gemaakt door een of meer letters van bestaande woorden te vervangen.

Pseudoworden worden onder meer gebruikt in de zogenaamde lexicale decisietaak. Bij deze taak krijgen proefpersonen woorden en pseudoworden op het scherm van een computer aangeboden. Aan hen wordt gevraagd om te beslissen of de gepresenteerde stimulus een woord is of geen woord door middel van het indrukken van een knop. De snelheid waarmee proefpersonen deze beslissing nemen geeft informatie over het woordherkenningsproces. De tweede taak die veel gebruikt wordt in het onderzoek naar lezen is de zogenaamde opleestaak. Bij deze taak moeten proefpersonen zo snel mogelijk hardop voorlezen wat er op het scherm verschijnt. Met behulp van een soort microfoon, voice key genaamd, wordt de tijd gemeten die de proefpersonen nodig hebben om het gepresenteerde woord te lezen. De resultaten die gevonden worden met deze twee taken hebben ons veel inzicht verschaft in het

woordherkenningsproces. Hieronder staat een overzicht van de belangrijkste woordherkenningseffecten die gevonden zijn door middel van de lexicale decisietaak en de opleestaak.

Lexicaliteitseffect

Het eerste opvallende fenomeen dat gevonden is met de lexicale decisietaak is het effect dat proefpersonen sneller 'ja' zeggen tegen een woord dan 'nee' tegen een pseudowoord. Ook worden woorden sneller opgelezen dan pseudowoorden.

Repetitie-effect

Als een woord twee keer in een lijst van woorden voorkomt, dan wordt het de tweede keer sneller opgelezen dan de eerste keer. In het geval van de lexicale decisietaak is de beslissing dat het een woord is bij de tweede aanbieding sneller dan bij de eerste aanbieding. Interessant hierbij is dat het woord niet in precies hetzelfde lettertype aangeboden hoeft te worden. Dit effect treedt niet op wanneer het woord kort daarvoor is gehoord of wanneer een afbeelding is getoond.

Frequentie-effect

Woordfrequentie is waarschijnlijk de meest onderzochte factor in het onderzoek naar visuele woordherkenning. Woorden die veel in de taal (zowel geschreven als gesproken) voorkomen, zoals *kip*, worden sneller opgelezen dan woorden die niet zo veel voorkomen, zoals *jol*. Men beslist bovendien ook sneller dat *kip* een woord is dan dat *jol* een woord is. Voor een aantal talen bestaan bestanden met de frequentie van voorkomen, van een groot aantal woorden. Voor het Nederlands is er een lijst in boekvorm (Uit den Boogaart, 1975) en een zeer uitgebreid elektronisch toegankelijk databestand 'Celex' (Burnage, 1990). Meestal zal men gebruik maken van de tellingen van geschreven woorden, maar afhankelijk van de vraagstelling kan ook de frequentie van gesproken woorden van belang zijn.

Consistentie-effect (consistency effect)

Het consistentie- of regelmatigheidseffect is een effect dat vooral veel aandacht heeft gekregen in het Engelstalige onderzoeksgebied. Woorden met consistente grafeem-foneem relaties, zoals *kat* (in het Nederlands) en *dog* (in het Engels) worden sneller verwerkt (gelezen en er wordt sneller lexicale decisie over gepleegd) dan woorden die inconsistente grafeem-foneem relaties hebben, zoals *jus* (in het Nederlands) en *choir* (in het Engels). Nu moet hierbij wel opge-

merkt worden dat dit met name geldt voor woorden die minder frequent voorkomen in de taal, de zogenaamde laagfrequente woorden. Voor hoogfrequente woorden maakt het niet zo veel uit of ze uit consistente dan wel inconsistente grafeem-foneem relaties bestaan (Waters & Seidenberg, 1985).

Om begrijpelijke redenen heeft de consistentie-variabele altijd veel meer aandacht gekregen in het Engelse onderzoek dan in het Nederlandse. Een voorzichtige schatting is dat meer dan 25 procent van de eenlettergrepige woorden in het Engels (Stone, Vanhoy & Van Orden, 1997) grafeem-foneem inconsistent zijn. In het Nederlands kennen we slechts een zeer gering percentage inconsistente woorden, dat voornamelijk gevormd wordt door de groep leenwoorden; denk aan *shawl*, *pizza*, en *cadeau*.

Het effect van orthografische burens (*neighbourhood effect*)

Een factor waaraan de laatste jaren veel aandacht is besteed, is het verschijnsel 'buren' of 'neighbourhood'. Woorden die slechts in één letter van elkaar verschillen worden orthografische burens genoemd. Het woord *tak* kent heel veel burens, waaronder *tas* en *tam*, maar ook *hak*, *lak* en *tik*. Een woord als *burgemeester* heeft geen burens. Het blijkt nu dat woorden met relatief veel burens makkelijker gelezen worden dan woorden met relatief weinig burens. Echter, net als bij het consistentie-effect, moet daarbij de kanttekening geplaatst worden, dat dit vooral geldt voor laagfrequente woorden. De 'bijdrage' van het aantal orthografische burens lijkt nauwelijks een rol te spelen bij het lezen van hoogfrequente woorden.

Het effect van leeftijd-bij-het-aanleren

Er zijn onderzoekers die menen dat niet alleen de frequentie waarmee een lezer bepaalde woorden tegenkomt, maar ook de leeftijd waarop hij die woorden leert van belang is. Tot op zekere hoogte hangen frequentie en leeftijd-bij-het-aanleren (*age of acquisition*) samen. De meest frequent gebruikte woorden (waaronder ook veel lidwoorden, (hulp)werkwoorden en verwijzende voornaamwoorden) worden als kinderen leren praten natuurlijk ook veel door volwassenen gebruikt. Het is daarom niet eenvoudig om voor een onderzoek een goede set woorden te vinden die wel vroeg geleerd zijn maar niet frequent voorkomen.

Priming-effect

Een van de meest intrigerende woordherkennings-effecten is het priming-effect. Als men een woord aanbiedt dat vooraf gegaan wordt door een woord dat qua betekenis gerelateerd is (bijv. *dokter* gevolgd door *zuster*), dan lezen

proefpersonen het woord *zuster* sneller op dan in de situatie waarbij het woord dat eraan voorafgaat niet gerelateerd is (bijv. *plant* gevolgd door *zuster*). Dit met het Engelse woord aangeduide priming-effect treedt ook op als de proefpersonen het eerste woord, 'de prime' niet eens bewust hebben waargenomen. Het priming-effect is een indicatie dat de context waarin een woord staat van belang kan zijn. Nu is één woord wel weinig om over context te spreken, maar studies waarin men een grotere context heeft aangeboden (bijv. een zinsfragment) bevestigen de oorspronkelijke observatie.

In beginsel wordt aan het bestaan van deze verschijnselen niet getwijfeld. Belangrijker echter is de vraag of we kunnen begrijpen hoe ze tot stand komen. Daarvoor moeten we naar beschrijvingen van het leesproces gaan kijken, de woordherkenningsmodellen. Om daarover enig inzicht te krijgen, kijken we naar modellen die ontwikkeld zijn voor het lezen en spellen.

4 Modellen

4.1 MODELLEN IN SOORTEN EN MATEN

We kunnen verschillende typen woordherkenningsmodellen onderscheiden; die typen maken diverse wezenlijk verschillende vooronderstellingen. In de jaren zeventig waren de top-down modellen in zwang: lezen zou vooral gestuurd worden door processen van hogere orde, algemene kennis en kennis opgedaan via de context, c.q. de voorgaande tekst. Deze modellen worden eigenlijk niet meer gehanteerd.

Vervolgens werden diverse bottom-up modellen ontwikkeld: informatie stroomt van lagere naar hogere niveaus en hogere niveaus hebben geen invloed op lagere. Onderzoekers proberen vaak zo lang mogelijk aan dit principe vast te houden. De reden is dat de procesbeschrijving veel moeilijker toetsbaar is wanneer ook 'feedback' procedures worden ingevoerd. Het wordt moeilijker te voorspellen hoe en wanneer informatie van hogere orde het lagere proces zal beïnvloeden en wat dus het uiteindelijke resultaat zal worden.

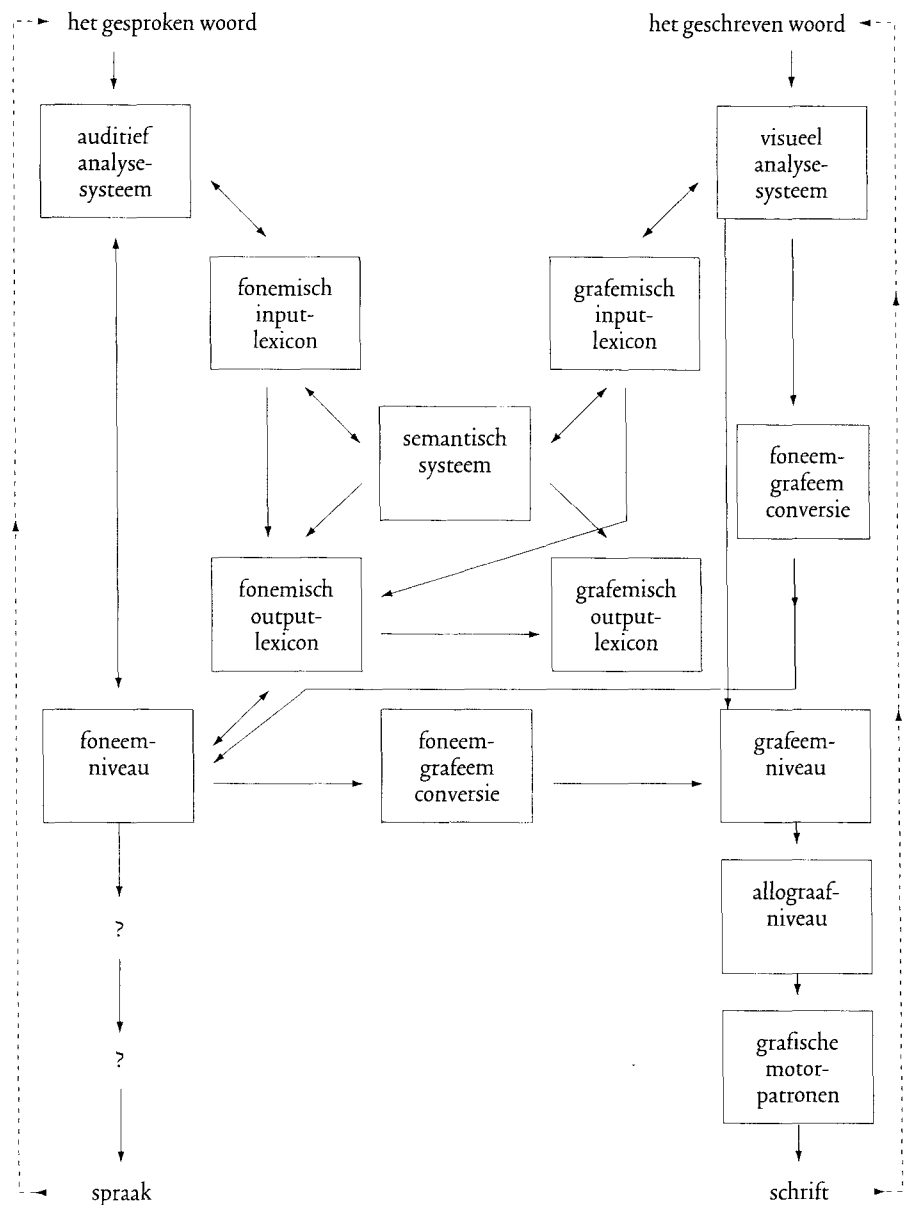
Toch lijken de interactieve modellen de laatste tijd sterk aan populariteit te winnen, niet in de laatste plaats doordat met fraaie (maar niet altijd even doorzichtige) computersimulaties allerlei verschijnselen in cognitieve processen nagebootst kunnen worden. We zullen hieronder ingaan op het 'dual route'-model, zoals beschreven in Ellis (1993), een representant van de bottom-up klasse, en op het neurale interactieve netwerk model van Van Orden e.a. (1990, 1994).

De laatste vraag bij modellen blijft altijd: maar gebeurt het in werkelijkheid ook zo? Met 'in werkelijkheid' wordt dan bedoeld: in onze hersenen. De modellen die we hieronder zullen bespreken zeggen niets over de hersenstructuren die bij het lezen betrokken zijn. Het zijn procesbeschrijvingen en ze worden ook wel functionele modellen genoemd. Overeenkomstig het gebruik in de computerbranche, worden voor dit soort procesbeschrijvingen stroomdiagrammen gebruikt, waarbij enerzijds eenheden of units worden aangegeven, die processen moeten voorstellen, en anderzijds verbindingen getekend worden, die tussen die units mogelijk zijn.

4.2 DUAL ROUTE-MODEL VOOR LEZEN

Het 'dual route'-model probeert een beschrijving te geven van de meest essentiële onderdelen uit het proces van woordherkenning (figuur 1). Dat er diverse deelsystemen betrokken zijn bij dit proces wordt al lang verondersteld, maar blijkt ook heel duidelijk uit de diverse typen leesstoornissen die zijn beschreven bij patiënten die ten gevolge van een hersenletsel niet meer normaal konden lezen (zie Ellis, 1993).

Laten we beginnen met de manier waarop een woord wordt gelezen. Op de eerste plaats worden de lettertekens waargenomen en herkend, waarbij ook de volgorde van belang is (visueel analysesysteem). In eerste instantie hebben we hier te maken met een puur perceptueel proces, dat ook nodig zal zijn bij de perceptie van andere visuele patronen. Maar al snel zullen de eenheden onderkend en geclassificeerd worden als een reeks grafemen, abstracte lettervormen als het ware, waarbij wordt afgezien van hoe precies de letter geschreven was: hoofdletter of kleine letter, schrijffletter of blokletter. Van deze reeks grafemen moet een link gelegd worden met de woorden of woordvormen die we in ons mentale woordenboek hebben (grafemisch inputlexicon). Als het woord daar eenmaal is herkend dan krijgen we ook toegang tot de betekenisrepresentatie (semantisch systeem). Vanuit het mentale woordenboek kunnen ook representaties geactiveerd worden voor de taalproductie, dat wil zeggen de fonemische representatie voor spraak (fonemisch outputlexicon; om het woord hardop te kunnen lezen dus) en de grafemische representatie om het woord te spellen (grafemisch outputlexicon). Dit is de beschrijving van de meest eenvoudige directe route, maar dit is niet de enige route en waarschijnlijk ook niet de meest belangrijke. Een belangrijk argument voor deze stelling is dat een kind bij het leren lezen de gesproken versies van allerlei woorden kent, en dat het geleerd wordt om de gedrukte letterreeksen te koppelen aan de gesproken woordvormen. Hierop komen we later nog terug.



Figuur 1 | Model van Ellis.

We kunnen woorden (hardop) lezen die we nog niet eerder gezien hebben, maar wel al eerder gehoord hebben. We kunnen ook pseudowoorden (bijv. *floem*) hardop lezen; we hebben weliswaar geen idee of ze een betekenis hebben, maar we kunnen het wel. Er moeten dus meerdere verbindingen zijn tus-

sen het eerste niveau van grafemische representaties en latere, outputprocessen. Naast de eerste, visuele, directe route wordt daarom vaak ook een tweede, indirecte route beschreven. De grafemen worden hierbij omgezet in fonemen (grafeem-foneem-conversie) en via de fonemische woordrepresentatie kan de lezer toegang krijgen tot het mentale woordenboek. Deze route kan ook worden gebruikt voor het lezen van onbekende woorden. Hij kan ook geschikt zijn voor het lezen van pseudowoorden mits er een directe verbinding bestaat naar het spraakproductiegedeelte.

4.3 DUAL ROUTE-MODEL VOOR SPELLEN

Wanneer men eenmaal bedacht heeft welke stappen gezet zouden moeten worden om een visueel aangeboden woord te herkennen en de betekenis ervan te activeren, dan lijkt het simpel om de 'weg terug' te omschrijven: van betekenis naar een geschreven woord.

Alvorens verder op het spellen in te gaan, kunnen we ons eerst afvragen in hoeverre taalproductie via spraak anders verloopt dan via schrift. Hierover is niet veel bekend. Het is heel goed mogelijk dat tot op zekere hoogte dezelfde processen voor beide modaliteiten gebruikt kunnen worden. Bij spraak wordt ervan uitgegaan dat een conceptuele boodschap wordt omgezet in een talige boodschap, waarbij een grammaticale structuur en een reeks woorden worden gekozen. Dit deel van het productieproces is bij spellen nauwelijks of niet onderzocht. Voor het dual route-model is dat eigenlijk ook niet zo'n probleem, omdat dat model zich richt op het woordniveau. Op het woordniveau zit ook het meest wezenlijke verschil tussen de twee modaliteiten, hoewel we niet moeten vergeten dat in de spraak de 'zinnen' er toch vaak heel anders uitzien dan wanneer iemand een tekst moet schrijven en dat op het niveau van de 'zinsgenerator' de uiteindelijke vorm waarin taal geproduceerd zal gaan worden al enige invloed lijkt te hebben.

Een andere belangrijke vraag is of er sprake moet zijn van twee grafemische systemen, één voor het verwerken van de input en één voor de output. In het dual route-model wordt verondersteld dat soortgelijke transformaties nodig zijn bij het lezen, maar dat daar wel aparte modules voor bestaan: het grafemisch inputlexicon is een andere dan het grafemisch outputlexicon. Dat dit niet zo vreemd is als misschien op het eerste gezicht lijkt, wordt duidelijk wanneer we bedenken dat de aard van de verwerking verschillend is: bij een woord een grafemische vorm zoeken of maken, dan wel bij een bepaalde grafemische structuur een woord zoeken. Bij computers en audioapparatuur zijn er ook aparte in- en uitgangen. Men kan zich ook voorstellen dat kinderen die

wel leren lezen en niet spellen, niet spontaan alles kunnen spellen wat ze wel kunnen lezen (Frith, 1980). Ook is het mogelijk dat na een hersenletsel het lezen en het spellen van losse woorden onafhankelijk van elkaar verstoord zijn. Al in de vorige eeuw werd door de Franse neuroloog Dejerine een patiënt beschreven, die wel kon spellen maar zijn eigen tekst daarna niet meer kon lezen! Later zijn meer van dergelijke patiënten beschreven. Men noemt dat beeld 'alexie zonder grafie' of 'zuivere alexie'.

Bij het onderzoek naar het spellen wordt onder meer gekeken naar spelfouten. Bij de uitspraak accepteren we heel wat variatie in uitspraak als normaal en correct; bij de spelling zijn er echter zeer strikte regels, waarover weliswaar af en toe discussie ontstaat, maar die desalniettemin 'van bovenaf' worden opgelegd. Wanneer iemand zich er niet aan houdt, maakt hij een fout. Lang geleden, toen het schrift nog niet zo wijd verspreid was in de maatschappij, werd daar anders tegen aangekeken en waren andere spellingpatronen correct, mits maar duidelijk was naar welk woord verwezen werd. Dat laat zien dat een deel van wat we 'correcte spelling' noemen maatschappelijk bepaald is en dat we ons kunnen afvragen of spellingvormen die fonologisch correct zijn (bijv. 'gijt' in plaats van 'geit') wel fout zijn. In het Nederlands is er een redelijke relatie tussen de gesproken vorm en de wijze waarop woorden gespeld worden. Het Engels is echter een goed voorbeeld van een taal met een zeer onregelmatige spelling en in die taal moeten allerlei spellingpatronen 'domweg' uit het hoofd geleerd worden. Wanneer iemand een bepaald woord niet kent, kan hij makkelijk een fout maken. Wanneer hij de spelling eigenlijk wel kent, kan hij toch een fout maken en dat zijn de bekende 'slips of the pen' die zo belangrijk zijn in het spellingonderzoek.

In het dual route-model liggen die spellingpatronen opgeslagen in het grafemisch outputlexicon. Spellingpatronen worden geactiveerd vanuit het mentale lexicon; dat volgt onder meer uit het feit dat er bij 'slips' of verschrijvingen – bij volwassenen die het schrift al wel beheersen – semantische verwisselingen worden gemaakt. Daarnaast worden nog andere verschrijvingen geproduceerd: in plaats van het beoogde woord wordt een gelijkkluidend woord geschreven. Dat suggereert dat ook vanuit het fonemisch outputlexicon informatie doorgegeven wordt naar het grafemisch outputlexicon. Dat de informatie van het fonemisch outputlexicon parallel aan (en dus niet na) informatie uit het semantische systeem moet komen, blijkt uit het feit dat bij homofonen (bestaande woorden die gelijk klinken maar verschillen qua betekenis) schrijvers toch goed weten welke spelling nodig is.

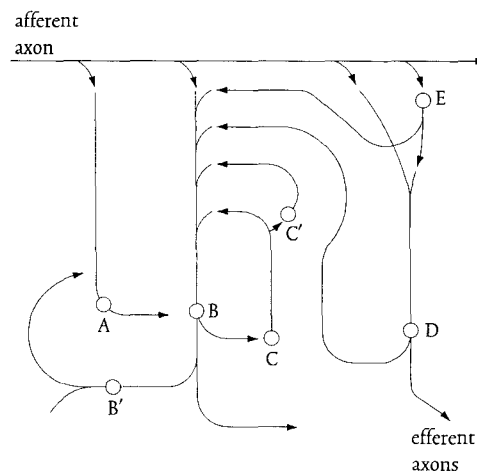
Omdat niet alleen voor bekende woorden een correcte spelling geproduceerd kan worden maar ook voor onbekende woorden, moet er ook een procedure zijn om nieuwe spellingen samen te stellen (in het Engels 'assembled spelling'). Daarbij kan gebruik worden gemaakt van 'regels', maar ook van analogieën. Die laatste optie lijkt zeker ook van belang omdat gebleken is dat de spelling van nieuwe woorden enigszins beïnvloed kan worden. Wanneer Engelse schrijvers het niet bestaande woord /prein/ moeten spellen, zijn ze eerder geneigd om dat te spellen als 'prain' wanneer kort ervoor het woord 'brain' was geschreven, en als 'prane' wanneer eerst het woord 'crane' was geschreven.

4.4 NEURALE NETWERKEN

Het dual route-model is stevig verankerd in de cognitieve benadering van het leesproces. Het uitgangspunt in deze aanpak is de mens als informatieverwerkend systeem: processen worden omschreven als computationele operaties op eerder gevormde representaties. De metafoor voor de menselijke 'cognitieve' geest is hier dus de computer. In meer recente en alternatieve benaderingen van het leesproces, i.c., neurale netwerkmodellen, wordt de menselijke geest niet zozeer gezien als een computer, maar staan de hersenen zelf model voor het cognitief functioneren. Wordt in het eerste geval het model van de menselijke geest omschreven met de 'computermetafoor' dan zouden we de laatste benadering moeten aanduiden met de 'breinmetafoor' (zie Draaisma, 1995). We zullen nu eerst de algemene kenmerken van neurale netwerken bespreken, om vervolgens een specifiek model verder uit te werken.

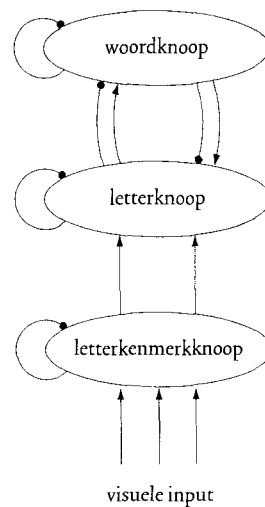
In een neuraal netwerk worden de basiselementen voorgesteld als knopen (figuur 2). De inspiratie hiervoor vormen de neuronen, de menselijke zenuwcellen in de hersenen. Deze knopen zijn onderling met elkaar verbonden (vergelijk axonen die via synapsen de neuronen onderling verbinden). Deze verbindingen maken het mogelijk om activatie van de ene knoop (neuron) door te sturen naar elke andere waarmee deze verbonden is. De aard van deze verbindingen kent twee vormen: zij kan excitatoir of inhibitoir zijn. De sterkte van deze verbindingen, uitgedrukt in gewichten, kan variëren van nul tot maximaal.

Het eerste netwerkmodel voor visuele woordperceptie is het interactieve activatiemodel van McClelland en Rumelhart (1981; figuur 3). In dit model worden drie typen van knopen onderscheiden, letterkenmerknopen, letter-



Figuur 2 | Een voorbeeld van een netwerk van neuronen en hun verbindingen.

knopen en woordknopen. De knopen binnen een familie zijn onderling inhibitor met elkaar verbonden (aangeduid met ronde pijlverbindingen), terwijl de knopen tussen families excitatoire verbindingen bezitten (aangeduid met spitse pijlverbindingen).



Figuur 3 | Het interactieve activatiemodel van McClelland en Rumelhart.

Hoewel de knopen in een neurale netwerk geen representaties zijn in de strikte zin van het woord, representeren ze wel basisconcepten, zoals letterkenmer-

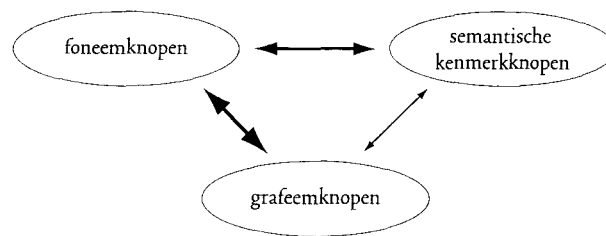
ken of letters. Herkenning van letters of woorden is echter niet, zoals in het klassieke dual route-model, de activatie van een representatie van een woord in het mentale geheugen, maar wordt hier voorgesteld als het patroon van activatie over alle verbindingen binnen het netwerk. We spreken van herkenning van een letter of een woord als de activatie in het netwerk een stabiele toestand heeft bereikt. Een essentieel kenmerk van dit netwerkmodel is dat het interactief is, dat wil zeggen dat activatie van willekeurig welke knoop in het systeem doorgegeven wordt aan alle andere knopen in het netwerk.

Sinds de publicatie van het interactieve activatiemodel nemen de neurale netwerkmodellen een steeds belangrijker plaats in bij het beschrijven en verklaren van psychologische processen. Binnen het leesonderzoek, met name het onderzoek naar de perceptie van losse woorden, zijn de twee meest in het oog springende neurale netwerkmodellen het gedistribueerde ontwikkelingsmodel van woordherkenning van Seidenberg en McClelland (1989) en het recurrente netwerkmodel van Van Orden en zijn collega's (Van Orden & Goldinger, 1994; Van Orden, e.a., 1990).

In het bestek van deze publicatie is het niet mogelijk recht te doen aan beide modellen. Om een aantal redenen kiezen wij voor een uitgebreidere beschrijving van het model van Van Orden. Ten eerste omdat naar onze mening in dit model de fonologie terecht een essentiële rol krijgt, terwijl dit in het model van Seidenberg en McClelland niet het geval is. Een tweede reden is dat het model van Van Orden een fundamentele breuk betekent met het klassieke dual route-model dan het model van Seidenberg en McClelland. In Van Ordens model verklaart één onderliggend principe het lezen van regelmatige en onregelmatige woorden en van bestaande en niet-bestaande woorden, terwijl Seidenberg en McClellands model daar nog altijd twee onderscheiden mechanismen voor nodig heeft. De derde reden is dat Van Orden de semantiek, de betekenis van woorden, expliciet opneemt in zijn model. Het vierde argument om voor het model van Van Orden te kiezen is dat het zowel een beschrijving biedt voor het lezen als voor het spellen van woorden, terwijl Seidenberg en McClellands model slechts ontwikkeld is voor het lezen (Bosman & Van Orden, 1997). De vijfde meer filosofische reden is dat Van Orden de consequenties van een belangrijke assumptie uitwerkt in zijn model. De veronderstelling dat organisme en omgeving onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden wordt in zijn netwerkmodel uitgewerkt door een niet te reduceren relatie te veronderstellen tussen input (stimulus) en output (respons). Deze aspecten van het model zullen duidelijk worden in de beschrijving ervan.

4.5 EEN RECURRENT NETWERK VOOR LEZEN EN SPELLEN

In Van Ordens model worden drie typen knopen verondersteld: grafeemknopen, foneemknopen en semantische kenmerknopen die onderling met elkaar zijn verbonden (figuur 4). Alle knopen binnen een type hebben inhibitoire verbindingen met elkaar. Alle knopen uit een type hebben excitatoire verbindingen met alle knopen van de andere typen. De verbindingen zijn recurrent (ofwel wederkerig), dat wil zeggen dat als er een verbinding bestaat tussen een letter en een foneemknoop (feedforward-verbinding) dan bestaat er ook altijd een verbinding van die foneemknoop terug naar die betreffende grafeemknoop (feedback-verbinding). In figuur 4 wordt dit aangeduid met een dubbele pijl.



Figuur 4 | Het recurrente netwerk van Van Orden e.a.

Wanneer het netwerk een geschreven woord krijgt aangeboden (vergelijk lezen) worden de grafeemknopen geactiveerd. Deze sturen hun activatie door naar de foneemknopen en de semantische kenmerknopen (feedforward-activatie). De foneemknopen en de semantische kenmerknopen sturen op hun beurt hun activatie naar elkaar (feedforward-activatie) en terug naar de grafeemknopen (feedback-activatie). Als feedforward-activatie overeenkomt met feedback-activatie ontstaan er stabiele feedback-loops. De theoretische interpretatie van stabiele feedback-loops is dat het netwerk een fonologische interpretatie en/of een betekenisvolle interpretatie van het geschreven woord heeft gevonden.

Wanneer het netwerk een gesproken woord krijgt aangeboden (vergelijk spellen) worden eerst de foneemknopen geactiveerd. Deze sturen hun activatie door naar de grafeemknopen en de semantische kenmerknopen, om vervolgens hun activatie weer naar elkaar en naar de grafeemknopen terug te sturen. Ook nu zullen stabiele feedback-loops ontstaan als feedforward- en feedback-patronen overeenstemmen.

Een van de belangrijkste kenmerken van dit netwerk is de assumptie dat de verbindingen tussen de knooptypen niet allemaal even sterk zijn (aangegeven door de dikte van de pijlen). Verbindingen tussen letter- en foneemknopen zijn het sterkst, omdat er zeer consistente relaties bestaan tussen letters en fonemen. De letter *T* correspondeert immers in de meeste gevallen met de klank /t/, en de *P* met de klank /p/ (een uitzondering hierop vormt de *P* in combinatie met een *H* als in *Philips* of *Phoenix*). Omgekeerd correspondeert de klank /p/ vrijwel altijd met de letter *P*, en de klank /t/ met de letter *T* (een uitzondering hierop vormt de /t/-klank aan het eind van woorden als *ROOD* en *BED*).

Het verband tussen klanken van woorden en semantische kenmerken en tussen letters en semantische kenmerken is veel geringer. Een woord dat begint met de letter *P* geeft betrekkelijk weinig informatie over de betekenis ervan, maar het verschaft wel een sterke aanwijzing voor de uitspraak van het begin van het woord. Dat de verbindingen tussen foneemknopen en semantische kenmerkknopen sterker zijn dan tussen grafeemknopen en semantische kenmerkknopen is het gevolg van het feit dat we leren spreken voor we leren lezen. Fonologische en semantische informatie zijn vanaf het moment dat de taal zich ging ontwikkelen samen geactiveerd, terwijl de grafeemknopen pas betekenisvol werden toen leesinstructie begon.

Uit het voorafgaande wordt duidelijk waarom de fonologie in het lees- en spellingproces een fundamentele rol speelt. De relaties tussen letters en fonemen zijn het meest consistent en daarmee zijn de verbindingen tussen de letter- en foneemknopen het sterkst van alle drie de typen verbindingen. Hoewel uiteindelijk in een recurrent netwerk alle verbindingen stabiele feedback-loops zullen vertonen als er een coherent activatiepatroon ontstaat (resonantie), zullen stabiele feedback-loops tussen letter- en foneemknopen vrijwel altijd het eerst ontstaan, omdat deze het meest consistent zijn. Dit verklaart waarom fonologische effecten tijdens lezen en spellen vaak moeilijk te voorkomen zijn. Uit leesonderzoek is gebleken dat proefpersonen tijdens het lezen van een tekst vaker over het foutgespelde woord *allerlij* heen lezen dan over het foutgespelde woord *allerlei*. Bij deze laatste spelfout is de klank van het woord *allerlei* niet bewaard gebleven, terwijl in het eerste geval de klank wel bewaard is gebleven. Uit het onderzoek naar spellinggedrag blijkt heel duidelijk dat kinderen en volwassenen overwegend fonologisch acceptabele spelfouten maken, bijvoorbeeld *gijs* in plaats van *geit* en *uitwijken* in plaats van *uitweiden*. Een spelfout als *geim* in plaats van *geit*, waarbij de klank van het woord *geit* niet bewaard blijft, komt zelden voor.

4.6 DE INTERPRETATIE VAN WOORDHERKENNINGSEFFECTEN

In paragraaf 3.2 hebben we zeven effecten van woordherkenning besproken. We zullen nu de belangrijkste effecten verklaren in termen van de twee besproken woordherkenningsmodellen. We lieten zien dat hoogfrequente woorden sneller verwerkt worden dan laagfrequente woorden. In termen van het recurrente netwerk kan dat als volgt verklaard worden. Naarmate een netwerk vaker met een stimulus geconfronteerd wordt, waardoor het woord hoogfrequent wordt gemaakt, zullen de verbindingen die een rol spelen in het betreffende woord sterker worden; in het netwerk worden de gewichten, een maat voor de sterkte van de verbindingen, verhoogd.

Ook woorden die consistente grafeem-foneemrelaties hebben (kat) worden sneller gelezen dan woorden die inconsistente grafeem-foneemrelaties bezitten (jus). Maar zoals reeds eerder gezegd, dit geldt alleen voor laagfrequente woorden. In termen van een recurrent netwerk wordt dit als volgt verklaard. Bij laagfrequente woorden, waarvan de grafeem-foneemrelaties afwijken van de meest gangbare (de j in jus is een /sju/ en de s wordt helemaal niet uitgesproken) zullen in eerste instantie de verbindingen tussen de meest gangbare grafemen en fonemen geactiveerd worden. Hierdoor zal er voor jus een uitspraak gegenereerd worden die rijmt met die van lus. In het geval van laagfrequente woorden kunnen de semantische kenmerknopen de uitspraak van het bedoelde woord beïnvloeden en bijsturen. Omdat de invloed van de semantische kenmerknopen vrij traag is duurt het dus relatief lang voor het netwerk om een woord als jus te verwerken. Is het grafeem-foneem-inconsistente woord daarentegen hoogfrequent (zoals het Engelse 'have') dan heeft het netwerk niet zoveel last van die inconsistentie. De veelvuldige confrontaties met het woord compenseren voor de inconsistente grafeem-foneemverbindingen.

Dat deze verklaringen niet alleen op theoretisch niveau gelden blijkt uit het feit dat computersimulaties laten zien dat een recurrent netwerk dat woorden aangeboden krijgt met consistente grafeem-foneemrelaties deze sneller leest dan woorden met inconsistente relaties als de woorden laagfrequent zijn, en dat het voor hoogfrequente woorden niet uitmaakt of ze uit consistente dan wel inconsistente grafeem-foneemrelaties bestaan (Farrar & Van Orden, 1994).

Ook het dual route-model biedt een verklaring voor het frequentie- en het consistentie-effect. Voor het frequentie-effect is echter wel een additionele hypothese nodig omtrent de mechanismen die werkzaam zijn in het mentale

lexicon. Een van de verklaringen voor de snelle verwerking van hoogfrequente woorden is dat hoogfrequente woorden een relatieve lage activatiedrempel hebben in het mentale lexicon. Anders gezegd, ze hebben slechts weinig informatie of activatie nodig om herkend te worden. Daarentegen hebben laagfrequente woorden veel meer activatie nodig voordat zij geïdentificeerd kunnen worden.

Dat laagfrequente grafeem-foneem-inconsistente woorden langzamer herkend worden dan laagfrequente grafeem-foneem-consistente woorden wordt verklaard door te veronderstellen dat alle laagfrequente woorden door de regelprocedure van grafeem-foneemomzetting verwerkt worden, dus gelezen worden via de indirecte route. Alle woorden die gelezen kunnen worden door successievelijk elk grafeem om te zetten in een foneem, zoals bij consistente woorden, zullen relatief vlot via deze route gelezen kunnen worden. Woorden die echter de grafeem-foneemregels schenden kunnen niet door deze procedure gelezen worden en moeten door de directe of visuele route worden verwerkt. Omdat laagfrequente woorden echter veel activatie nodig hebben om herkend te worden in het mentale geheugen zullen de inconsistente laagfrequente woorden dus relatief traag verwerkt worden. Voor hoogfrequente woorden maakt het niet uit of ze consistent dan wel inconsistent zijn, omdat deze toch altijd direct via het mentale geheugen gelezen worden en dan doet de aard van de grafeem-foneemrelaties er niet toe.

Na deze theoretische toetsing van de twee meest onderzochte factoren in het onderzoek naar woordherkenning willen we in de volgende paragraaf aandacht besteden aan de wijze waarop beide modellen een verklaring bieden voor het leren lezen en spellen.

5 De ontwikkeling van lezen en spellen

5.1 HET DUAL ROUTE-MODEL

Hoewel het dual route-model geen ontwikkelingsmodel is – het is immers een weergave van de processen die plaatsvinden tijdens het lezen en spellen van de ervaren lezer – vertonen de meeste theorieën over de ontwikkeling van leesvaardigheid sterke overeenkomsten met het dual route-model.

Vrijwel alle ontwikkelingsmodellen zijn hiërarchische stadiamodelen (Frith, 1985; Marsh e.a., 1981). Volgens deze modellen doorlopen kinderen bij het leren lezen en spellen een reeks stadia die in het normale geval leiden tot het volwassen leesproces zoals dat wordt voorgesteld in het dual route-model.

We zullen hier nader ingaan op het stadiamodel van Frith. Frith onderscheidt drie stadia in zowel het leren lezen als het leren spellen. Het eerste stadium is het logografische. De beginnende lezer herkent een geschreven woord op grond van bijvoorbeeld de woordvorm en/of de lengte. Een beginnende lezer die het woord *Coca Cola* leest als het in het vertrouwde logo afgebeeld staat, maar die niet in staat is het woord te decoderen wanneer het in een afwijkend lettertype is geschreven leest waarschijnlijk op het logografische niveau. Pas in het volgende stadium, de alfabetische fase, is de lezer in staat om gebruik te maken van de relaties die bestaan tussen letters en klanken. Bij het lezen worden de letters omgezet in fonemen en via een fonemische synthese wordt de betekenis van het woord achterhaald. In het geval van spellen gebeurt het omgekeerde. De fonemen van een woord worden door de speller een voor een omgezet in de erbij behorende letters of grafemen. Omdat in dit stadium geen gebruik wordt gemaakt van lexicale kennis komen er tijdens het lezen, maar vooral tijdens het spellen veel fonologische fouten voor, bijvoorbeeld *beil* in plaats van *bijl*. In het laatste stadium, de orthografische fase, is de lezer geheel vertrouwd met het spellingpatroon, waardoor woorden vlot en nauwkeurig gelezen en gespeld kunnen worden. Spellingfouten als *beil* komen dan vrijwel niet meer voor, en komen bovendien vreemd over op de lezer. Uit het voorgaande is duidelijk dat in het stadiamodel van Frith het alfabetische stadium overeenkomt met de fonologische of indirecte route en het orthografische stadium met de directe of lexicale route uit het dual route-model.

Naast woorden die ambigue foneem-grafeemrelaties bezitten (bijv. is het *GIJT* of *GEIT*; *HOUT* of *HAUT*), bestaan er in het Nederlands ook woorden waarvan beide spellingvarianten een bestaand woord vormen, de zogenaamde homofonen. Bekende voorbeelden hiervan zijn: *PEIL* en *PIJL*, *RAUW* en *ROUW*, *HEI* en *HIJ*, *MIJT* en *MIJD*, enzovoort. Het spellen van deze woorden kan niet uitsluitend via de directe leesroute plaatsvinden, omdat beide woorden immers gerepresenteerd zijn in het mentale geheugen. Hiervoor moet dus een ander mechanisme in het cognitieve systeem, namelijk de zinscontext, te hulp schieten.

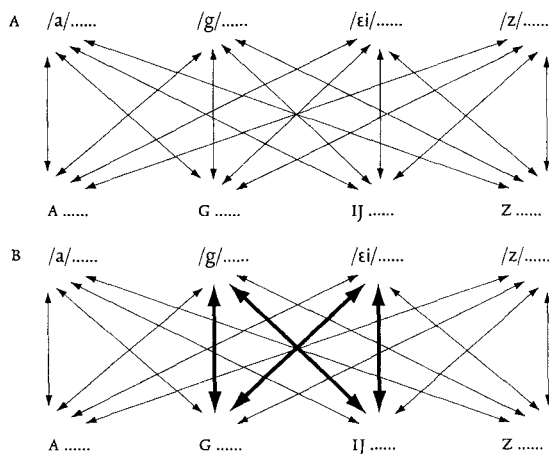
Een laatste facet van het leren spellen dat we hier kort willen aanduiden is de werkwoordspelling. Het spellen van de werkwoordsvorm */verzent/* in de zin: 'Hij verzendt het pakje morgen pas' blijkt door veel kinderen (en volwassenen) lastig gevonden te worden. Een alternatieve spellingvorm van het woord 'verzendt' is immers 'verzend', dat in het geval van de zin 'Ik verzend het pakje morgen pas' de correcte spelling is. In dit geval kan evenmin op de directe rou-

te van het spellingproces vertrouwd worden, omdat ook nu beide vormen waarschijnlijk een representatie hebben in het mentale geheugen. Maar het probleem voor de speller is hier nog ingewikkelder, omdat de speller niet alleen kennis moet hebben van de foneem-grafeemrelaties, maar tevens grammaticale kennis moet bezitten om de correcte spellingvorm te kunnen kiezen. De problemen die de beginnende en gevorderde speller heeft met de werkwoordspelling is uitgebreid onderzocht door onder andere Assink (1981, 1983). Voor een uitgebreidere beschrijving van leren spellen in het Nederlands verwijzen wij naar het werk van Van Bon (1993).

5.2 HET RECURRENTE NETWERK

Het proces van leren lezen en spellen binnen het kader van het eerder beschreven recurrente netwerk is totaal verweven met de processen die een rol spelen in de ontwikkeling. Het recurrente netwerk is feitelijk een ontwikkelingsmodel.

Om het proces van leren lezen en spellen te begrijpen moeten we nader ingaan op de relaties tussen twee typen knopen. In dit geval richten we de aandacht op de verbindingen tussen de letter- en de foneemknopen, en laten we de verbindingen met de semantische kenmerkknopen in eerste instantie buiten beschouwing. Aan de hand van figuur 5A en 5B zal uitgelegd worden hoe een dergelijk netwerk de relatie leert tussen de schrijfwijze van een woord en zijn klank, en maken we duidelijk hoe een netwerk de relaties leert tussen geïsoleerde letters en fonemen.



Figuur 5 | De verbindingen tussen grafemen en fonemen vóór (A) en na (B) aanbieding van het woord *Gij*.

In figuur 5A is een gedeelte van een netwerk gepresenteerd dat de relaties tussen grafemen en fonemen weergeeft. Bedenk dat alle grafeemknopen en alle foneemknopen onderling met elkaar verbonden zijn. In deze figuur wordt een leertrial voor het woord *gij* uitgebeeld. Het netwerk krijgt het gedrukte woord *GIJ* aangeboden samen met de klank [gei]. Omdat de grafeemknopen *G* en *IJ* en de foneemknopen [g] en [ei] tegelijkertijd geactiveerd worden zullen alle verbindingen tussen de knoopparen $G \leftrightarrow [g]$, $G \leftrightarrow [ei]$, $IJ \leftrightarrow [g]$, en $IJ \leftrightarrow [ei]$ versterkt worden ten gunste van alle andere bestaande verbindingen met deze knopen. Door het netwerk een aantal van deze leertrials aan te bieden zal het uiteindelijk een hechte verbinding maken tussen het spellingpatroon *GIJ* en het fonemisch patroon [gei]. Het netwerk heeft dan een woordspecifiek patroon geleerd (figuur 5B). Deze vorm van lezen is te vergelijken met de logografische of holistische leeswijze waarvan een groot aantal beginnende lezers in eerste instantie gebruik lijkt te maken.

Voor het ontwikkelen van woordonafhankelijke kennis moet het netwerk een aantal leertrials aangeboden krijgen met patronen, die slechts gedeeltelijk overeenkomen met het eerder aangeboden. Veronderstel bijvoorbeeld dat het netwerk na aanbidding van het woord *GIJ*, het woord *GA* krijgt aangeboden. Opnieuw worden de verbindingen tussen vier knoopparen versterkt, namelijk, die tussen $G \leftrightarrow [g]$, $G \leftrightarrow [a]$, $A \leftrightarrow [g]$, en $A \leftrightarrow [a]$. Nu is echter de verbinding $G \leftrightarrow [g]$ vaker versterkt dan enig andere verbinding tussen grafeemknoop en foneemknoop. Dit leidt ertoe dat de $G \leftrightarrow [g]$ zich tot een relatief onafhankelijk struicuur kan ontwikkelen, onafhankelijk van de context waarin deze zich bevindt. Hierbij wordt met context bedoeld het woord waarin het grafeem *G* en het foneem [g] staan, zoals *gij*, *ga*, *gif*, *geit* en *gesp*. Een dergelijke vorm van leren leidt ertoe dat het netwerk zeer gestructureerde kennis over grafeem-foneemrelaties kan opbouwen. Een netwerk met deze structuur zal uiteindelijk niet eerder gepresenteerde woorden en pseudowoorden (zoals *ge resp. gu*) moeiteloos kunnen lezen. Het gedrag van een dergelijk netwerk is te vergelijken met een lezer die in staat is nieuwe woorden en pseudowoorden te verklanken. Als het netwerk woorden een groot aantal keren aangeboden krijgt zal het deze woorden steeds sneller verwerken, waarbij het na enige tijd niet meer uitmaakt of deze woorden consistente grafeem-foneemrelaties bezitten, zoals *kat*, of inconsistente zoals *jus*. Dit is vergelijkbaar met een lezer die steeds meer leeservaring opdoet.

Leren spellen wordt met het recurrente netwerk op vergelijkbare wijze verklaard. Als het netwerk het gesproken woord [gei] aangeboden krijgt moeten

de knoopparen, $[g] \leftrightarrow G_1$, $[ei] \leftrightarrow G_1$, $[g] \leftrightarrow IJ$, en $IJ \leftrightarrow [ei]$ versterkt worden. Net als bij aanbieding van het geschreven woord GIJ zal er in eerste instantie een woordspecifiek patroon ontstaan. Na aanbieding van nieuwe woorden die orthografisch-fonologische overlap vertonen met gij, zoals bij en dij, zal het netwerk de relatie leren tussen het foneem $[ei]$ en het grafeem IJ. Hetzelfde proces dat lezen beschrijft, verschaft dus ook een adequate beschrijving voor spellen.

Hoewel één mechanisme zowel lezen als spellen verklaart, is er toch een belangrijk verschil tussen beide vaardigheden. Spellens is niet alleen moeilijker te leren dan lezen, het is een vaardigheid die zelfs bij ervaren geletterden meer problemen oplevert dan lezen. 'Tweifelen' over de spelling van 'wijfelen' doen we allemaal wel eens, maar onzekerheid over hoe een woord gelezen moet worden bestaat vrijwel niet (enkele homografen uitgezonderd, zoals kantelen, bedelen en regent).

In het door ons gepresenteerde netwerk is dat niet moeilijk te verklaren. Wanneer het netwerk een woord moet lezen, moet de activatie van correcte foneemknopen verhoogd worden en die van incorrecte foneemknopen moet verlaagd worden. Wanneer het netwerk een woord moet spellen moeten correcte grafeemknopen geactiveerd en incorrecte grafeemknopen geïnhibeerd worden. Omdat er echter meer mogelijke grafemen voor een foneem zijn dan dat er mogelijke fonemen voor een grafeem zijn is het moeilijker voor het systeem om tot de juiste spelling te komen dan tot de juiste uitspraak. Het foneem $[ei]$ kan immers gespeld worden met het grafeem IJ, zoals bij en dij, maar ook met het grafeem EI zoals in kei. De uitspraak van de beide grafemen IJ en EI is daarentegen eenduidig. Hetzelfde geldt voor het foneem $[au]$, dat gespeld kan worden met het grafeem AU als in pauw, of met het grafeem OU als in touw. Ook hier is de uitspraak van de twee grafemen eenduidig. Het bovenstaande kan als volgt worden samengevat: hoewel spellen moeilijker is dan lezen blijkt het niet nodig te zijn om twee verschillende mechanismen voor lezen en spellen te veronderstellen.

5.3 LEESVOORWAARDEN

In deze laatste paragraaf besteden we kort aandacht aan de meeste essentiële voorwaarden voor een succesvolle leesontwikkeling. Een eerste, welhaast triviale vaardigheid die de beginnende lezer zich eigen moet maken voordat aan de eigenlijke leesinstructie begonnen kan worden, is het moeiteloos herkennen van letters of grafemen. Deze kennis over letters hangt nauw samen met een tweede leesvoorwaarde, namelijk ruimtelijke oriëntatie: het besef dat de

letters 'b' en 'd', en de letters 'p' en 'q' door hun verschillende ruimtelijke oriëntatie naar verschillende klanken verwijzen. Hoewel deze twee leesvoorwaarden belangrijk zijn voor de ontwikkeling van succesvol leesgedrag, is de derde leesvoorwaarde de meest cruciale, namelijk de ontwikkeling van het fonologisch bewustzijn. Voor de aanvang van formele lees- en spelinstructie zijn vrijwel alle kinderen in staat tot rijmen en kunnen ze woorden opdelen in lettergrepen. Een kind dat kan abstraheren van de betekenis van een woord, en tevens de linguïstische aspecten van het woord kan beschouwen, heeft een vorm van metalinguïstisch bewustzijn ontwikkeld. Hierbij is het kunnen rijmen en het opdelen van een woord in lettergrepen zeer relevant. Maar om vlot te leren lezen is het ook van belang dat de beginnende lezer leert dat een woord bestaat uit een reeks fonemen, en dat de volgorde waarin de fonemen voorkomen in het woord relevant zijn voor de betekenis ervan, bijvoorbeeld raam is iets anders dan maar. Een kind dat in staat is om de klank van een woord uiteen te leggen in de door ons onderscheiden fonemen geeft blijk van de ontwikkeling van een fonemisch bewustzijn. Oefeningen in auditieve analyse en synthese zijn bedoeld om het fonemische bewustzijn te stimuleren.

Het belang van een goed ontwikkeld fonemisch bewustzijn blijkt uit het onderzoek van Bryant en Bradley (1985). Kinderen van wie het fonemische bewustzijn goed ontwikkeld was voordat zij formele leesinstructie kregen, liepen later veel minder kans op het ontwikkelen van leesproblemen dan kinderen van wie het fonemische bewustzijn zwak ontwikkeld was. Hoewel dit resultaat lijkt aan te geven dat de ontwikkeling van het fonemische bewustzijn vooraf moet gaan aan het leren lezen, laat Morais (1993) zien dat deze voor de hand liggende interpretatie enige nuancering behoeft. Het lijkt inderdaad dat het kunnen rijmen en het opdelen van woorden in lettergrepen essentieel is voor een succesvolle leesontwikkeling. Belangrijker is echter de vraag in hoeverre kinderen moeten beschikken over goede fonemanipulatievaardigheden, zoals een woord opdelen in fonemen of het weglaten van het beginfonem en bepalen welk woord er dan overblijft (bijv., stang zonder s wordt tang).

Het manipuleren van fonemen is een van moeilijkste vaardigheden waarmee de beginnende lezer geconfronteerd wordt. Morais meent op basis van zijn onderzoek dat het leren lezen een sterk stimulerend effect heeft op de ontwikkeling van het fonemische bewustzijn op het niveau van de fonemen. Hij waarschuwt echter tegen het omdraaien van de oorzaak-gevolg relatie, namelijk, dat leren lezen de oorzaak zou zijn van de ontwikkeling van het fonemische bewustzijn. Het lijkt er veeleer op dat leren lezen en fonemisch bewust-

zijn een wederkerige relatie onderhouden. Enig besef van het fonemische karakter van de taal helpt bij het leren lezen en spellen, maar lees- en spelstructuur vergroten op hun beurt het inzicht in de orthografisch-fonologische structuur van de taal, waardoor het fonemische bewustzijn zich verder kan ontwikkelen. Ten slotte, welke opvatting men ook huldigt ten aanzien van de relatie tussen leesvaardigheid en fonemisch bewustzijn, de conclusie dat fonologische processen een essentiële rol spelen bij de ontwikkeling van leesvaardigheid lijkt onontkoombaar.

Literatuur

- Assink, E.M.H. (1981). Schrijfstrategieën van intuïtieve spellers bij moeilijke werkwoordsvormen. *Tijdschrift voor Taalbeheersing*, 3, 55-66.
- Assink, E.M.H. (1983). *Leerprocessen bij het spellen. Aanzet voor de verbetering van de werkwoordsdidactiek*. Utrecht: Academisch Proefschrift.
- Bon, W.H.J., van (1993). *Spellingproblemen. Theorie en Praktijk*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Bosman, A.M.T., & Orden, G.C. van (1997). Why spelling is more difficult than reading. In: C.A. Perfetti, L. Rieben & M. Fayol, (eds.). *Learning to Spell* (173-194). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.
- Bryant, P., & Bradley, L. (1985). *Children's reading problems*. Oxford, UK: Blackwell.
- Burnage, G. (1990). *CELEX - A guide for users*. Nijmegen: Centre for Lexical Information, Universiteit van Nijmegen.
- Draaisma, D. (1995). *De metaforenmachine. Een geschiedenis van het geheugen*. Groningen: Historische Uitgeverij.
- Ellis, A. (1993). *Reading, writing and dyslexia. A cognitive analysis* (2nd edition). Hove: Lawrence Erlbaum Ass.
- Farrar, W.T., & Orden, G.C. van (1994). Simulation of surface and deep dyslexia in a unified network. Poster presented at the Annual meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, MO.
- Frith, U. (1980). Unexpected spelling problems. In U. Frith (ed.). *Cognitive processes in spelling* (pp. 495-515). London: Academic Press.
- Frith, U. (1985) Beneath the surface of developmental dyslexia. In: K. Patterson, J. Marshall & M. Coltheart (eds.). *Surface dyslexia: neuropsychological and cognitive studies of phonological reading*. London: Lawrence Erlbaum Ass.
- Gelb, I. (1952). *A study of writing*. Chicago: University of Chicago Press.
- Marsh, G., Friedman, M., Welch, V., & Desberg, P. (1980). The development of strategies in spelling. In U. Frith (ed.). *Cognitive processes in spelling* (339-353). London: Academic Press.
- McClelland, J.L., & Rumelhart, D.E. (1981). An interactive-activation model of context effects in letter perception (Part 1: An account of basic findings). *Psychological Review*, 88, 37-407.
- Morais, J. (1993). Phonemic awareness, language and literacy. In R.M. Joshi, & C.K. Leong (eds.). *Reading disabilities: Diagnosis and component processes* (175-184). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University Press.
- Posner, M., & Raichle, M. (1995). *Beelden in ons brein*. Maastricht: Natuur en Techniek.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1987). Eye movements in reading: A tutorial review. In: M. Coltheart (ed.). *Attention and Performance Vol. 12*. London: Lawrence Erlbaum Ass.
- Seidenberg, M.S., & McClelland, J.L. (1989). A distributed, developmental model of recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Simner, M., Leedham, C., & Thomassen, A. J. W. M. (1996). *Handwriting and drawing research. Basic and applied issues*. Amsterdam: IOS-Press.
- Stone, G.O., Vanhoy, M., & Orden, G.C. van (1997). Perception is a two-way street: Feedforward and feedback phonology in visual word recognition. *Journal of Memory and Language*, 36, 337-359.
- Taft, M. (1991). *Reading and the mental lexicon*. Hove: Lawrence Erlbaum Ass.
- Uit den Boogaart, P.C. (1975). *Woordfrequenties in geschreven en gesproken Nederlands*. Deventer: Oosthoek, Scheltema en Holkema.
- Orden, G.C. van & Goldinger, S.D. (1994). Interdependence of form and function in cognitive systems explains perception of printed words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1269-1291.
- Orden, G.C. van, Pennington, B.F., & Stone, G.O. (1990). Word identification in reading and the promise of subsymbolic psycholinguistics. *Psychological Review*, 97, 488-522.
- Waters, G.S., & Seidenberg, M.S. (1985). Spelling-sound effects in reading: Time course and decision criteria. *Memory & Cognition*, 13, 557-572.

Met dank aan Martin van Leerdam van de Universiteit van Amsterdam voor het maken van de figuren.