

## Visuele woordherkenning bij het lezen

***Citation for published version (APA):***

Bouwhuis, D. G. (1983). Visuele woordherkenning bij het lezen. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 38, 330-357.

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1983

***Document Version:***

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

***Take down policy***

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## Visuele woordherkenning bij het lezen\*

D.G. Bouwhuis\*\*

One of the most important things we do during reading is recognizing words. This process, in which elementary visual perception and linguistic knowledge combine harmoniously, has intrigued experimental psychologists from the start, causing word recognition to be investigated thoroughly as early as the 1880's.

Though initially the general consensus was that reading consisted of spelling out the letters consecutively, it soon became clear that a word is perceived as a whole, but there remained the problem whether or not within this whole the constituent letters played an important role.

Although Cattell, and Erdmann and Dodge supposed that words are only perceived as wholes, a closer inspection of their experimental conditions reveals that their explanations are neither necessary nor sufficient for their data.

But in retrospect, these workers, together with their contemporaries who advocated a more analytic approach based on letter recognition, had already obtained a comparatively coherent view of the perceptual aspects of reading. Here the work of Huey was of great value by its integrating power.

It is remarkable that changes have been continuously carried through in reading education from the beginning of the 19th century, that were not at all or hardly related to empirical research in word recognition.

After a long period of experimental and educational neglect word recognition was adopted in the common theory of learning and perception: the New Look, in the fifties.

Newly discovered properties of iconic memory made clearer why words are so much better perceived than unrelated strings of letters. However, it was not until the end of the sixties that word recognition was explicitly studied again in the context of reading; in the Netherlands particularly by Bouma.

During this period a number of quantitative word recognition models evolved, having considerable descriptive power. All these models have in common that elementary features or letters of words are identified, independently of each other, and are combined by the reader's word knowledge. In this way the analytic aspects of recognition are integrated with the perception of the whole.

But not only the identity of the letters appears to be important; their location within the word seems as important as their identity. Basically, this is the simplest form of spelling: which letters are where, irrespective of their neighbours.

Considering this function of the place of letters in word recognition perceptual arguments in spelling reforms, heretofore largely neglected, seem of paramount importance.

Finally, to elucidate the role of word recognition in reading further investigations are needed on the comprehension of continuous text during individual eye-fixations.

\* Dit artikel is gedeeltelijk gebaseerd op de hoofdstukken 1 en 6 van de dissertatie 'Visual recognition of words' van de auteur, Nijmegen, 1979. Voorbereiding van deze publikatie werd mede mogelijk gemaakt door een studiebeurs van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO) en het Center for Human Information Processing, University of California, San Diego, La Jolla.

\*\* Instituut voor Perceptie-Onderzoek (IPO), Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven; Postbus 513, 5600 MB Eindhoven.

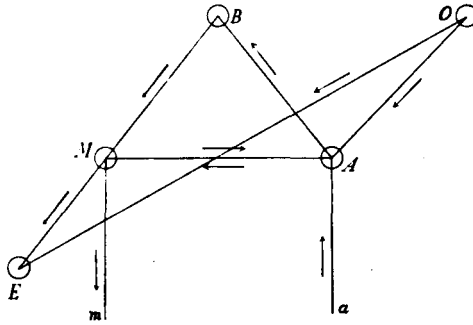
## 1. Inleiding

In 1883 was Johann Voit, 27 jaar oud, als bierbrouwersknecht werkzaam in Würzburg, Duitsland. Op dinsdag 14 november van dat jaar kwam hij bij het betreden van de trap te vallen, en werd in bewusteloze toestand in het Julius-hospitaal opgenomen. Daar bleek later, dat hij naast enkele lichte functiestoornissen, als gevolg van hersenletsel, eigenlijk nog alles kon op één ding na, namelijk het noemen van de naam van voorwerpen. En het merkwaardige was, dat hij de naam van zo'n voorwerp wel kon opschrijven, deze lezen en daarna normaal uitspreken.

De waargenomen verschijnselen werden door Grashey (1885) behandeld in het kader van een algemene theorie over het lees-, schrijf- en luisterproces. Alle drie processen zouden verlopen in het achtereenvolgens verwerken van letters, of letterklanken, die dan geïntegreerd werden tot het uiteindelijke woord. Bij het lezen van een woord was bijv. de gedachte dat elke letter een klankvoorstelling van die letter produceerde, welke voorstellingen tezamen de klankvoorstelling van het woord vormden. Deze klankvoorstelling van het woord bracht dan het betreffende voorwerp zelf tot bewustzijn. In een niet oninteressante analyse kwam Grashey (1885) tot de conclusie, dat door Voit de achtereenvolgende letterklanken van de naam van een voorwerp niet onthouden werden. Daardoor kwam de klankvoorstelling niet tot stand, en tevens geen voorwerpbenoeming. Door opschrijven kon Voit de klankvoorstelling als het ware fixeren en succesvol benoemen.

Hoewel er kritiek werd uitgeoefend op Grashey's analyse (1885), vond zijn beschrijving van het leesproces ruime en overtuigende aanhang. Wernicke (1886) berekende bij wijze van bevestiging, dat zowel bij begrijpend lezen als bij snel spreken per letter(klank?) 30 ms. benodigd waren. In andere verhandelingen werd de arme Voit, bij gebrek aan voorbeelden, voortdurend opnieuw aangehaald, o.m. door Caro (1888) en Adler (1899); Leube (1891) kon echter zelf een zeldzaam, doch bevestigend geval noemen. Ook Freud (1891, 1953) behandelde Voit's verschijnselen uitputtend en noemde Grashey's benadering (1885) van leesproblemen de correcte, hoewel hij van mening was dat enkele zeer frequente woorden als geheel, in één keer, kunnen worden gelezen. Niet in de laatste plaats werden deze meningen geholpen door een enigszins primitieve anatomische voorstelling van de betreffende hersencentra en hun functies. Als representatief voorbeeld gelde het schema, voorgesteld door Lichtheim (1885) (figuur 1), die onafhankelijk, doch vrijwel tegelijk met Grashey, tot de conclusie kwam, dat lezen tot stand kwam door achtereenvolgens de samenstellende letters en lettergroepen te spellen.

De hier voor het eerst wetenschappelijk besproken leestheorie was in wezen niet meer dan het expliciet maken van een gedachte die al leefde bij de Grieken en Romeinen, en met de ABC-methode voortduurde in het leesonderwijs tot ruim in het midden van de vorige eeuw. Maar ten tijde van Grashey's publikatie (1885) had reeds op vele plaatsen in Duitsland de 'Normalwörtermethode' haar intrede gedaan, waarbij meer nadruk werd gelegd



*Figuur 1.* Schema der hersencentra volgens Lichtheim (1885). De cirkels zijn voorstellingscentra: B dat voor objecten, A dat voor klanken, M dat voor schrijfbewegingen. O is het optische voorstellingscentrum bijv. voor letters; informatie gaat van hieruit naar het klankcentrum en naar E, het innervatiecentrum voor schrijfbewegingen. Onderbrekingen in elk der verbindingen, of beschadiging der centra leiden tot specifieke soorten afasie.

op woorden dan op letters (Mathews, 1966). Een ander gezichtspunt met betrekking tot het leesproces zou dan ook niet lang op zich laten wachten. In 1891 vermeldde Sommer verder onderzoek aan Voit, inmiddels allang weer in de brouwerij werkzaam. Daarbij bleek Voit in het geheel geen voorstelling van de woordklank te hebben, zelfs niet van de eerste letter van de naam. Vrijwel terzelfder tijd vond Löwenfeld (1892), dat patiënten in zijn kliniek die niet hardop konden lezen, geen enkele steun hadden van het spellen van letters die ze perfect kenden. Veeleer leek de woordherkenning in één keer, als een geheel tot stand te komen, als het tenminste mocht lukken. In eigen experimenten met een op afstand gehouden adresboek van München konden Löwenfeld (1892) en zijn collega's duidelijk bekende namen herkennen, maar van onbekende namen waren zelfs de letters niet te ontcijferen. Al deze observaties waren strijdig met de opvatting, dat woordherkenning geschiedt door spellen van letters.

Deze eenvoudige en directe argumenten bepaalden zo reeds in het vroegste leesonderzoek de belangrijke theoretische uitgangspunten. Worden woorden herkend door achtereenvolgens herkennen van letters of als een geheel? Is er sprake van louter visuele herkenning of van een interne fonologische code? Al deze opvattingen staan nog steeds centraal in het huidige leesonderzoek, al zal in het vervolg blijken dat er op dit moment aanzienlijk meer duidelijkheid bestaat over de verschillende processen die een rol spelen bij woordherkenning.

## 2. Het eerste woordherkenningsonderzoek

### 2.1. Globale woordherkenning

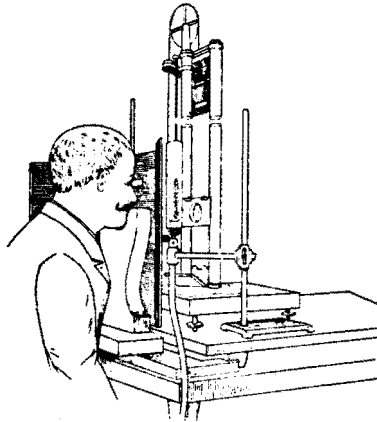
Het belangrijkste onderscheid in de theorieën over woordherkenning is, of de herkenning plaatsvindt door het woord als geheel, ofwel door onderdelen van het woord, zoals letters. Beschrijvingen als deze zijn echter sterk afhankelijk van het niveau van het herkenningsproces dat men wenst te beschrijven (Henderson, 1981), doch deze nuancering was afwezig in het vroege leesonderzoek. De bovengenoemde tweedeling echter maakt de benaderingsverschillen in dat leesonderzoek evident. We zullen hier de term globale woordherkenning bezigen voor herkenning op basis van wordeigenschappen, bijv. woordcontour of woordlengte, en niet van letters op zich; terwijl hier de term analytische woordherkenning gebruikt wordt voor herkenning op basis van de samenstellende letters.<sup>1</sup> In het afasie-onderzoek kan bijv. de theorie van Grashy (1885) analytisch worden genoemd, en die van Löwenfeld (1892) globaal.

James McKeen Cattell was de eerste die experimenteel herkenning van letters, woorden en korte zinnen onderzocht. Hij gebruikte een grote variëteit van taken: zeggen of een letter was aangeboden of niet, of één van twee was aangeboden, een van 26, of het herkennen en zo snel mogelijk benoemen van de aangeboden letter, uit een van tevoren bekende of onbekende verzameling. Deze taken werden herhaald met woorden. In afzonderlijke experimenten werden herkenningstijden en percentages correcte antwoorden bepaald.

De belangrijkste bevindingen waren, dat herkenningstijden voor een letter ongeveer even lang waren als voor een woord (Cattell, 1886b). Hetzelfde werd later gevonden door Titchener (1892). Tevens waren de herkenningskansen voor woorden en letters van dezelfde grootte-orde (Cattell, 1886a), hoewel vrij variabel. De gelijke herkenningstijden waren strijdig met de traditionalistische opvatting, dat voor woordherkenning de samenstellende letters achtereenvolgens moesten worden gespeld. Cattell's interpretatie (1886a, b) was daarom, dat woorden worden herkend als een geheel, – en is niet uitgebreider dan hier staat. Niettemin is het een van de meest geciteerde uitspraken van Cattell, niet alleen in de psychologie, maar ook in het leesonderwijs.

Vrij ongerijmd is daarbij de grote aandacht die Cattell (1885b, 1886a) besteedde aan de leesbaarheid van letters die hij eerder een effectieve invloed bij woordherkenning had ontzegd: hij vond het alfabet totaal ongeschikt, daar het de lezer slechts moeite gaf en een reusachtige tijdverspilling met zich meebracht.

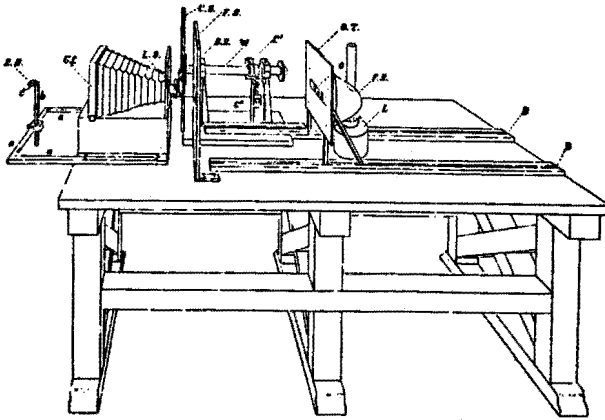
1. In het leesonderwijs wordt de term analytisch ook wel gebruikt voor de globale leesmethode, terwijl het spellen van woorden synthetisch wordt genoemd (Mathews, 1966). In verband met later te bespreken theorieën is analytisch te prefereren boven synthetisch, maar beschrijft hier dus strikt analyse op letterniveau.



*Figuur 2.* Woordherkenning rond de eeuwwisseling. De tachistoscoop, hier in een opstelling van Messmer (1904), was een vergrote versie van het ontwerp van Cattell (1885), waardoor de aanbiedingstijden beter konder worden geregeld. In Zeitler's experimenten (1900) werd eenzelfde tachistoscoop gebruikt, doch de proefpersonen namen monoclair waar door een zwak vergrotende telescoop.

Een tweede argument voor herkenning van woorden als geheel wordt ontleend aan experimenten over de aandachtsspanne (Cattell, 1885a, b, 1886c). Van ongerelateerde letters konden proefpersonen slechts drie tot vijf rapporteren. Ze konden echter ook zonder haperen woorden herkennen, die tot driemaal zo lang waren, of twee woorden van vijf letters. In eerdere onderzoeken in het laboratorium van Wundt, waar Cattell werkte, was gevonden dat het bewustzijn niet meer dan 4 tot 5 elementaire eenheden kon omvatten. Bij twee woorden zou dus niet in termen van letters waargenomen kunnen worden, maar zouden de woorden zelf als eenheden fungeren. Het is thans bekend dat veel meer dan vijf letters kunnen worden waargenomen, althans gezien, doch het visuele korte geheugen en de moeilijk alle te onthouden letternamen zijn verantwoordelijk voor het beperkte aantal rapporteringen (Averbach en Sperling, 1961).

De opvatting dat woorden als een geheel worden waargenomen, en letters daarbij geen rol spelen, werd verder krachtig gepousseerd door Erdmann en Dodge (1898). Met een door Dodge ontworpen zeer doelmatige tachistoscoop (figuur 3) hadden zij getracht een enkele oogfixatiepauze tijdens het lezen zo dicht mogelijk te benaderen. Uit verschillende onderzoeken bleek dat Erdmann en Dodge en een derde proefpersoon de letters niet hoefden te onderscheiden om toch woorden correct te herkennen. Bij zorgvuldige lezing van hun beschrijving komt echter naar voren, dat ze in de meeste gevallen gehele of gedeeltelijke voorkennis hadden van de aangeboden woorden, soms door een ongelukkige samenloop van omstandigheden, soms ook doelbewust. Zulks leidde onvermijdelijk tot de 'woordgeheel'-interpretatie,



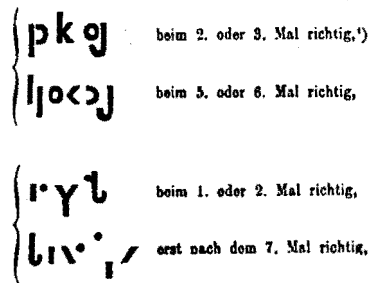
*Figuur 3.* Tachistoscoop ontworpen door Dodge (1898). De stimuli bestonden uit transparanten (0), die van achteren werden belicht. Aanbiedingstijd door de schijf (US) was 150 ms. De proefpersoon (bijtplaat ZH) zag de stimuli geprojecteerd op het scherm Gf. De zware tafel, nodig vanwege de mechanische trillingen door de sluiterschijf, werd ook door Dodge ontworpen.

immers als bekend is welke woorden kunnen worden aangeboden, hoeft men de letters niet noodzakelijk te zien. Voor de huidige waarnemer is het echter wel opvallend, dat Erdmann en Dodge 26 uit het hoofd geleerde zinnetjes niet konden identificeren in hun tachistoscoop.

Ondanks de onfortuinlijke omstandigheden moet hun werk op nauwkeurigheid, eerlijkheid en volledigheid van rapportering hoog worden aangeslagen. Diverse van hun observaties zijn zeer waardevol; onder meer constateerden ze, dat veel meer dan vijf letters in een tachistoscopische aanbieding werden gezien. Dat deze niet alle werden genoemd, schreven ze toe aan een snel vervagend visueel (retinaal) geheugen en articulatorische interferentie als de letters genoemd moesten worden. Beide zijn standaard-interpretaties van vandaag.

## 2.2. Analytische woordherkenningstheorieën

Goldscheider en Müller (1893) boden configuraties van eenvoudige tekens aan en ontdekten dat tekens in regelmatige configuraties aanzienlijk nauwkeuriger werden gerapporteerd dan in onregelmatige. Dit ging ook op voor in plaats gerandomiseerde letteronderdelen (figuur 4); samengesteld in ruwe lettervormen werden de onderdelen vollediger en sneller herkend. Dit verschijnsel wijst op een organisatieprincipe dat de herkenning van kenmerken zowel in letters als in woorden aanzienlijk vergemakkelijkt. Voor woorden veronderstelden Goldscheider en Müller (1893), dat determinerende letters de klankvoorstelling van een woord opriepen en zo herkenning bewerkstelligden. In uitzonderingsgevallen zou rechtstreekse visuele completering plaats-



*Figuur 4.* Voorbeeld van stimuli uit het onderzoek van Goldscheider en Müller. Wanneer de losse onderdelen van de letters p, k en g, en die van r, y en t in een willekeurige volgorde werden aangeboden, hadden proefpersonen aanzienlijk meer aanbiedingen nodig om ze correct te herkennen, dan wanneer ze ruwweg tot lettervormen waren samengesteld.

vinden. Hoewel fonologische codering werd aangenomen, was de theorie duidelijk niet gebaseerd op het achtereenvolgens spellen van de letters. De stelling was, dat de determinerende letters het klankbeeld ineens opriepen.

Zeitler (1900), werkend in het laboratorium van Wundt, vond dat woordherkenning werd bepaald door de dominante letters; hij omschreef deze als de stokletters en de staartletters (resp. b, d, f, enz., en g, p, enz.), die boven, resp. onder de x-hoogte uitstaken. De verklarende theorie van Zeitler (1900) was, evenals die van veel tijdgenoten (Messmer, 1904; Huey, 1908; 1968), een rechtstreekse uitbreiding van Wundt's associatietheorie (1911).

De associatietheorie omvatte drie concepten: fusie, assimilatie en complicatie. *Fusie* treedt op, wanneer zintuiglijke indrukken volkomen versmelten, zoals dat het geval is bij tonen in een akkoord. Opmerkelijk is, dat fusie niet werd genoemd in verbinding met woordherkenning; dit zou betekenen dat de zintuiglijke indrukken, zoals letters, zouden versmelten in de globale woordvorm. De gebruikte terminologie wees dus al op een analytische woordherkennings-theorie. Een *complicatie* was gedefinieerd als het oproepen van een voorstelling uit een andere modaliteit. Dit zou het geval zijn bij het activeren van de klankvoorstelling van de letters of het woord, die visueel zijn aangeboden. Zeitler (1900) en Wundt (1911) zagen dit meer als een nevenverschijnsel in woordherkenning. *Assimilatie*, tenslotte, was de term die gebruikt werd voor het verschijnsel dat door de aspecten van de zintuiglijke waarneming de geassocieerde geheugenvoorstelling wordt opgeroepen. De letters van het woord zouden dus eerdere waarnemingen van dat woord oproepen en daarmee de betekenis. Hier was dus ook sprake van een tweedeling in stimulus- en kennisfactoren. De stimulusfactoren werken op letter-niveau, en worden door kennisfactoren op woordniveau aangevuld.



### 3. Het conflictueuze woord

De tegenstelling die we thans 'globaal-analytisch' kunnen noemen, werd onderwerp van een toenemend bittere controverse tussen Wundt en zijn aanhangers en Erdmann en Dodge (Wundt, 1899; 1900; Erdmann en Dodge, 1900; Zeitler, 1900; Dodge, 1901; Becher, 1904; en Messmer, 1904). Een extra moeilijkheid in de argumentering was, dat de interpretaties doorgaans het resultaat waren van een zorgvuldige introspectie; enigszins bijtend merkte Dodge (1901) op, dat proefpersoon D van Zeitler pas na lang aandringen de gewenste introspectie verkreeg. Overigens wist Becher (1904) de meeste argumenten van Wundt met experimentele uitkomsten te ontzenuwen, al moest hij daarbij het belang dat Erdmann en Dodge (1898) toch nog aan letters hadden toegekend, krachtig onderstrepen.

Het was eigenlijk alleen Huey (1908), die de echte leestaak bestudeerde en op basis daarvan de verschillende theoretische opvattingen op bewonderenswaardige wijze integreerde, zij het niet zonder voor- en tegenkeuren. Verder onderzoek, vooral in Duitsland, eminent samengevat door Woodworth (1938), rondde de eerste periode van het leesonderzoek af, dat als een kaarsvlam zou uitgaan, zowel in Europa als in de Nieuwe Wereld.

### 4. Het informatieve woord

Ondanks alle tegenstellingen was er een duidelijk beeld ontstaan van de belangrijkste verschijnselen bij woordherkenning tijdens het lezen. Veel van het vroege onderzoek is in recente jaren met meer detail herhaald, met in grote trekken dezelfde resultaten, terwijl uitbreidingen het inzicht beter hebben gsystematiseerd (Bouma, 1970; 1973; 1978). Javal (Woodworth, 1938) had in 1867 ontdekt, dat de ogen zich bij het lezen niet gelijkmatig over de regels bewegen, maar in sprongen, saccades genoemd. Dit wordt noodzakelijk gemaakt doordat slechts een beperkt gebied in het visuele veld scherp waargenomen kan worden, een gebied dat overeenkomt met de fovea van het netvlies. Bij aanwezigheid van meerdere visuele patronen, bijv. woorden, vernauwt zich dat gebied nog enigszins, en wordt dan het functionele visuele veld genoemd. Om regels tekst te lezen moet dit gebied voortdurend worden verplaatst door oogbewegingen. Bij eerste benadering zijn de fixatiepunten, gemiddeld 8 letters van elkaar gelegen, betrekkelijk toevallig over woorden en tussenliggende spaties verdeeld. Naast elkaar staande letters in een woord hinderen elkaars waarneming en dit verschijnsel, laterale of visuele interferentie genoemd, neemt sterk toe bij grotere afstand van de fovea. Gemiddeld blijven de ogen 200 ms. rusten op een plaats, waarna een nieuwe saccade volgt. De meeste woordherkenningsexperimenten simuleren dus in feite een enkele oogfixatiepauze. Van een woord dat buiten de fovea ligt, zijn de eerste en de laatste letter het beste waarneembaar, daar deze aan slechts een zijde geflankeerd zijn. De middelste letters zijn slechter te onderscheiden,

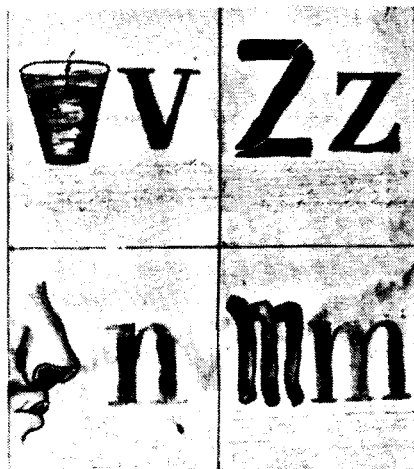
hoewel stok- en staartletters wel iets van hun identiteit prijsgeven. Het blijkt tevens mogelijk om ook van ver van de fovea gelegen plaatsen letterinformatie te verkrijgen, al is deze meestal zeer onvolledig. De organisatie van het te lezen materiaal is belangrijk voor de waarneming. Letters zijn gemakkelijker te herkennen dan hun losse kenmerken, woorden gemakkelijker dan hun letters in toevalsvolgorde, meer woorden zijn op te vatten in een blik wanneer ze in zinsverband staan dan wanneer ze geen verband vertonen. Tenslotte was al vroeg gevonden, dat lezen in het geheel niet gepaard hoeft te gaan met articulatorische activiteit, terwijl het achtereenvolgens spellen van de letters van woorden op experimentele gronden vrijwel uitgesloten kon worden (Woodworth, 1938).

Toch bleek, rond 1920, de stap naar het echte lezen niet gezet te worden, of te kunnen worden. In Europa, en wel voornamelijk in Duitsland, werd lezen niet meer beschouwd als een fundamenteel psychologisch onderwerp: het standaardhandboek van Ebbinghaus en Dürr (1913) behandelt het gehele leesonderzoek in een voetnoot. Een andere factor van betekenis was de Gestalt-psychologie, die vrijwel nimmer woordherkenning heeft bestudeerd, wellicht omdat woordherkenning niet nativistisch is en zich dus niet duidelijk weerspiegelt in de fundamentele opbouw en werking van het brein.

In Amerika kon het zwaar op introspectie leunende onderzoek zich slechts verdacht maken in de ogen van het behaviorisme, wat voor sommige theoretiserende stromingen een heilzame stop betekende. Wat overbleef was het onderzoek naar vermoeidheid door lezen en de factoren die verantwoordelijk waren voor goed en snel lezen. Geen van beide hebben substantiële resultaten opgeleverd.

## 5. Het woord op school

Hoewel het te betwijfelen is, of het woordherkenningsonderzoek toepassing had kunnen vinden in het onderwijs, is het toch opvallend dat het leesonderwijs zich als regel volkomen onafhankelijk van onderzoeksresultaten ontwikkelde. Reeds is vermeld, dat ten tijde van Cattell's onderzoek (1885a) de woordmethode in veel landen reeds was ingeburgerd, in Amerika bekend als de 'look-say'-methode. Deze had weer de letterklankmethode opgevolgd, waarbij de letters niet naar hun alfabetische naam werden onderwezen, maar naar hun klank (figuur 5). Deze methode kwam later voortdurend terug als 'phonics' in de Engels sprekende landen. In grote trekken bestond echter de tendens steeds grotere eenheden voor het eerste leesonderwijs te kiezen, van letters, analytisch, naar woorden, globaal, tot zelfs hele zinnen. De woordmethode vereiste in tegenstelling tot de lettermethoden kennis van de meest gebruikte woorden, waarvoor al vanaf 1882 (Mathews, 1966) frequentielijsten werden gepubliceerd. Ook de bekende tellingen van Thorndike en Lorge (1944), wellicht de meest frequente, hebben hun ontstaan te danken aan de look-say-methode.



*Figuur 5.* Vier voorbeelden uit een letterbord van de letter-klank-methode, gebruikt in Noord-Brabant omstreeks 1900.

v: Een nachtlampje. Nu zachtjes geblazen, 't is maar een klein vlammetje; hoor: ve, ve, v.

z: Een worst in 3 stukken. Heel zachtjes gebraden. Voor de goede uitspraak eerst ze, ze.

n: Een grote kromme neus. Voel eens onder aan uw neus of er geen gaatje in is, evenals in dezen letter (...). Als het gaatje onder is, is het een neus: n!

m: Wat lekker! 3 pijpen drop, nu kunt gij smullen. Hoe smult gij nu? m, m.

*Foto's ter beschikking gesteld door Historisch Streekmuseum Kempenland te Eindhoven.*

Waar de woordmethode toe kan leiden, wordt sarcastisch door Diack (1963) geschetst naar aanleiding van een klassebezoek. Nadat hij de kinderen zo mooi uit 'Janet en John' over een aeroplane had horen voorlezen, schreef hij de letters *ocvglomc* op het bord, wat de kinderen met grote stelligheid als aeroplane lazen.

In hun behandeling van vele jaren onderzoek in het leesonderwijs zijn zowel Mathews (1966) als Diack (1963) van mening dat in principe de lettermethode nooit inferieur is aan enige andere leesmethode. Echter, evenals in het woordherkenningsonderzoek is het herkennen van letters niet meer dan het begin van begripdend lezen.

## 6. New look

In de vijftiger jaren ontstond een nieuwe experimentele richting in de psychologie, die de invloed van perceptuele ervaring op de waarneming bestudeerde, in dubbele betekenis dus een *new look*, hoewel veel gebruikte concepten al van vóór 1900 dateerden. Als stimuli werden veelal woorden gebruikt, zowel gedrukte als gesproken. Uiteindelijk zou dit onderzoek dan ook het leesonderzoek nieuw leven inblazen, na een goede 50 jaar. Een goed overzicht wordt gegeven door Erdelyi (1974). Hoewel meerdere aspecten van

woorden onderwerp waren van studie, bijvoorbeeld woordlengte, is er één factor die buitengewone aandacht kreeg.

### *Woordfrequentie*

De meest bestudeerde variabele in de new look was zonder twijfel de frequentie van voorkomen van woorden in de taal. Howes en Solomon (1951) vonden dat de herkenningdrempel (het aantal visuele aanbiedingen voor het correcte antwoord) sterk toenam voor woorden van een lage gebruiksfrequentie. Frequentie-effecten zijn daarna onophoudelijk en systematisch gevonden, doch er zijn twee caveats. Allereerst is het frequentie-effect niet zo sterk als meestal wordt aangenomen; vooral Erdelyi (1974) geeft daarvan voorbeelden. Ten tweede, zoals Richards (1973) opmerkt, werd 'woord'-frequentie in vele experimenten geconstrueerd door het aantal aanbiedingen van (soms artificiële) woorden te variëren. Richards (1973) toonde aan, dat proefpersonen in zulke gevallen de aangeboden woorden probeerden te onthouden en later in het waarnemingsexperiment als antwoord gaven. De verhoogde prestatie voor frequente woorden had in dergelijke situaties dus geen perceptuele basis. Uiteraard is het onmogelijk een woord waar te nemen alleen op grond van zijn gebruiksfrequentie; de gebruiksfrequentie moet geassocieerd zijn met visuele aspecten van het woord. Dat maakt de visuele merken van woorden de bepalende factoren voor de herkenning. Het is echter buiten enige twijfel aangetoond, dat de gebruiksfrequentie in een duidelijke relatie staat met het gemak van herkenning. Dat punt stelt weer het belang van woordkennis, de subjectieve factoren die woordherkenning mogelijk maken, in het licht.

### **7. Iconisch geheugen**

In 1961 toonden Averbach en Sperling overtuigend aan, dat er veel meer letters in een kortdurende aanbieding gezien waren dan de gemiddelde 4 à 5 letters die konden worden gerapporteerd. Het aantal genoemde letters was beperkt, omdat de informatie in het visueel geheugen zeer snel verviel, te snel om de letters voor rapportering te kunnen coderen. Daarbij speelt vermoedelijk ook de beperkte capaciteit van het korte auditieve of articulatorische geheugen een rol. Averbach en Sperling (1961) kwamen tot een schatting van 10 waargenomen letters, meer nog dan de schatting van Erdmann en Dodge (1898), die het op 7 à 8 hielden. Voor woordherkenning is deze omstandigheid van cruciaal belang, omdat kennelijk van vele, zo niet alle letterposities informatie kan worden onttrokken. Bovendien kan, zolang die informatie behouden blijft, een speurtocht naar het woord aangehouden worden, een speurtocht die naar de duur van een oogfixatiepauze te oordelen, niet langer hoeft te zijn dan 200 ms. Dit blijkt eveneens de duur te zijn van effectieve opslag in het visueel geheugen. Wegens de betrekkelijk onbewerk-

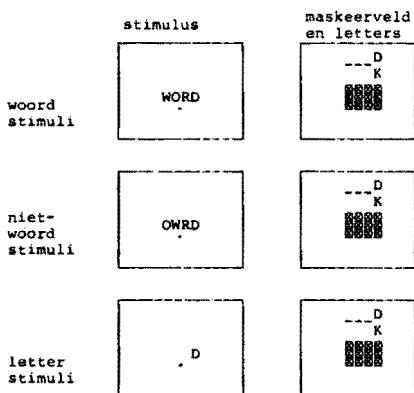
te en letterlijke informatie in het visueel geheugen is door Neisser (1967) de naam 'iconisch geheugen' voorgesteld.

## 8. Woordgeheel-theorieën en het woord-superioriteitseffect

De woordgeheel-theorie, door Johnson (1977) 'pattern-unit'-theorie genoemd, is een recente concretisering van de oudere woordgeheel-theorie van Cattell (1885a) en de algemene woordvorm van Erdmann en Dodge (1898). Er is eenzelfde tweedeling te constateren in het recente woordherkenningsonderzoek in woordgeheel-theorieën en meer analytische theorieën. Van beide benaderingen worden voorbeelden gegeven, en het zal blijken dat de resultaten van experimenten die in termen van herkenning van woorden als geheel geïnterpreteerd zijn, bevredigend in analytische termen verklaard kunnen worden. Ook wordt hierbij duidelijk, dat een beschrijving als globaal of analytisch slechts zinvol is voor een concreet proces; de toepassing daarvan op het totale leesproces is eerder een kentheoretisch dan een psychologisch probleem.

### 8.1. Betekenisvolle eenheden in de waarneming

Reicher (1969) toonde in een experiment aan, dat letters in woorden beter waarneembaar waren dan in betekenisloze letterreeksen en – wat opmerkelijker is – dan in apart aangeboden letters. In figuur 6 is de experimentele opzet te zien. De proefpersoon werd gevraagd de aangeboden letter in een aangegeunde positie van het net verdwenen stimuluspatroon te noemen. Daarbij waren altijd twee alternatieven waaruit gekozen kon worden; in het geval dat



*Figuur 6.* Het stimuluspatroon in Reicher's experiment (1969). Een of twee stimuli, onder of boven het aangegeven fixatiepunt, werden kort aangeboden, gevolgd door het getoonde maskeerpatroon. De proefpersoon had tot taak uit de twee letters die te kiezen die op de aangegeven plaats was aangeboden.

er een woord was aangeboden, completeerden beide letters de stimulus tot een woord. Op deze wijze kon de proefpersoon zijn woordkennis niet benutten voor een antwoord. Daar de prestatie in het geval van woordstimuli beter was dan voor losse letters of letters in zinloze reeksen, concludeerde Reicher (1969) dat de woordcontext de letters gemakkelijker waarneembaar maakte. Dit effect is sindsdien het woord-superioriteitseffect genoemd, soms ook het woord-letter-verschijnsel. Wheeler (1970), die het experiment van Reicher (1969) met enkele wijzigingen herhaalde, met alleen woorden en losse letters, constateerde dezelfde verschijnselen. Wheeler (1970) opperde drie mogelijkheden als verklaring.

### 8.1.1. *Meer kenmerken*

In betekenisvolle woorden, die door proefpersonen gekend worden, zouden meer kenmerken kunnen worden waargenomen dan in losse letters, of zinloze letterreeksen. Men zou kunnen denken aan kenmerken die door de lettervolgorde worden gemaakt: woordcontour, bepaalde lettergroepen zoals CO, of NI (alle stimuli werden in hoofdletters aangeboden). Deze kenmerken kunnen globale kenmerken worden genoemd.

### 8.1.2. *Selectie van kenmerken*

Een andere mogelijkheid is, dat kenmerken niet passief aan de stimulus worden onttrokken, maar dat nadat een bepaald kenmerk is gedetecteerd, de stimulus op een specifiek kenmerk wordt getest. Het testen van kenmerken zou dan interactief verlopen. In wezen is dit schema nog meer globaal dan het vorige; de selectie van kenmerken wordt bepaald vanuit de hogere-orde-eenheden, wellicht het woord zelf, of lettergroepen waardoor het elementaire proces van kenmerkherkenning wordt bepaald.

### 8.1.3. *Codering en informatieverlies*

Tenslotte is het mogelijk dat de proefpersoon tracht de stimulus verbaal te coderen, maar dat slechts een code (een bepaald woord) gevormd kan worden. Bij het kiezen van het antwoordalternatief is dan de zintuiglijke informatie verloren gegaan, maar door de woordcode is de letter nog beschikbaar. Als er inderdaad een woord is aangeboden, zijn de andere letters van nut voor het waarnemen van dat woord; in het geval van een zinloze reeks zijn ze niet van invloed op de codering.

Deze mogelijkheid heeft het voordeel minder kenmerken te hoeven detecteren dan het schema van meer kenmerken; een voordeel boven selectie van kenmerken is, dat het kenmerkextractieproces passief is en geen sturing van bovenaf behoeft. Het belangrijkste punt is echter, dat hierbij wordt aangenomen dat het proces van kenmerkextractie in elke soort stimulus – betekenisvol, zinloos of een losse letter – op dezelfde wijze opereert.

## 8.2. Johnson's pattern-unit-theorie

De meest gedetailleerde globale woordherkenningstheorie is ongetwijfeld de pattern-unit-theorie van Johnson (1977). Het basisidee is, dat elementaire visuele kenmerken, bijvoorbeeld lijnsegmenten, positiekenmerken en dergelijke, rechtstreeks op hogere-orde-eenheden worden afgebeeld, die een deel vormen van de perceptuele ervaring van de waarnemer. Als een woord wordt aangeboden, zal getracht worden de letterkenmerken allereerst af te beelden op mogelijk in aanmerking te komen woorden; lukt dat niet, dan wordt het beschikbare zintuiglijke beeld ontleed (parsing) tot componenten die afgebeeld worden op eenheden van lagere orde. Deze kunnen bijvoorbeeld letters zijn.

Johnson (1977) voert twee soorten van experimentele uitkomsten aan als evidentie voor het pattern-unit-model. De eerste is het zo snel mogelijk ontdekken, of een aangeboden woord identiek is met een vooraf gegeven woord; of dat het een vooraf gegeven letter bevat. Daar eerst gezocht zal worden naar een hogere-orde-afbeelding, komt letter-informatie niet direct beschikbaar, wanneer bijv. het woord READ is aangeboden en de A gedetecteerd moet worden. Inderdaad zagen proefpersonen 25 ms. eerder, dat READ gelijk was aan READ dan dat een A in READ aanwezig was, in lijn met het voorspelde tijdpatroon. Een moeilijkheid is echter, dat proefpersonen nog sneller zagen dat een A gelijk was aan een vooraf gegeven A, wat onlogisch is als eerst de hogere-orde-eenheid, een kort woord, wordt uitgetoet. Een tweede moeilijkheid is, dat in termen van de latentietijden, hier een woordinferioriteit optreedt, wanneer een A systematisch later wordt geïdentificeerd in READ dan als zichzelf. Dit is in tegenspraak, althans kwalitatief, met bevindingen van Reicher (1969), Wheeler (1970) en vele andere experimenten, in het vervolg te bespreken. Tenslotte kan opgemerkt worden, dat de latentie-tijdverschillen betrekkelijk gering zijn. Wat Cattell (1886b) beschouwde als essentieel dezelfde grootheden in tijd, wordt door Johnson in wezen gekapitaliseerd in termen van een model.

Een ander argument voor de pattern-unit-theorie is de bevinding, dat lange woorden even snel worden herkend als kortere (Doggett en Richards, 1975), of dat even snel wordt gezien dat twee lange woorden identiek zijn als twee kortere (Johnson, 1977). Dit verschijnsel is echter in het geheel niet uniek voor de pattern-unit-theorie. Enerzijds hebben lange woorden veel meer letterinformatie, anderzijds hebben de letters daarin meer interferentie. Verder zijn er in de taal minder lange woorden dan korte, en tenslotte bestaat de mogelijkheid dat de letters in het waarnemingsproces parallel worden verwerkt. Vooralsnog is dit verschijnsel een empirisch verschijnsel; geen kritische steun voor enige verwerkingsstheorie.

## 9. Redundantie-theorieën

### 9.1. *Massaro's redundantie-theorie*

In tegenstelling tot Reicher (1969), die stelt dat letters in betekenisvolle letterreeksen, woorden, beter worden waargenomen – het woord vergemakkelijkt het uitleesproces der kenmerken –, stelt Massaro (1975) dat kenmerken en letters op dezelfde wijze worden waargenomen. Zijn argumenten zijn gebaseerd op experimenten die op kleine, doch belangrijke details verschillen van die van Reicher (1969) of Wheeler (1970). Reicher (1969) ging ervan uit, dat de stimulus redundantie volledig was gecontroleerd door twee, elk een woord vormende letter-alternatieven aan te bieden voor het antwoord. De hypothese is dan kennelijk dat de proefpersoon de zintuiglijke informatie tracht te onthouden, totdat de antwoordletters worden aangeboden, en dan een keuze maakt op basis van de overeenkomst tussen die letters en wat de proefpersoon heeft onthouden. Als dat beter uitvalt voor woorden dan voor niet-woorden, moeten woorden hun letters gemakkelijker kenbaar maken. Massaro en Thompson (Massaro, 1975) varieerden nu de gelijkens tussen de antwoordletters, wat zou moeten leiden tot een verslechtering van de prestatie. De herkenningssprestatie was echter even hoog bij gelijkende antwoordalternatieven als bij zeer ongelijke. Dat houdt in, dat de onthouden informatie niet vergeleken wordt met de antwoordalternatieven, maar dat de letter daarvoor kennelijk al is herkend, of tenminste beschikbaar is. Een voorbeeld aan de hand van Reicher's stimuli kan dit verduidelijken. Als het woord WORK is aangeboden en de letter in de laatste positie wordt gevraagd, zeg D of K, zullen de andere letters WOR in wezen alleen de letters D of K toelaten.<sup>2</sup> In het geval dat OWRD, niet een woord, wordt aangeboden, kunnen veel meer letters mogelijk zijn op basis van de onvolledig waargenomen informatie. De antwoordalternatieven komen in feite dus te laat.

Een ander experiment van Thompson en Massaro (1975) brengt een nog substantiëler verandering aan in het paradigma. Door de antwoordalternatieven voor de aanbieding bekend te maken blijkt het woord-superioriteitseffect volledig te verdwijnen. Letterherkenning is niet meer beter in woorden dan in letterreeksen. De effecten door Massaro (1975) gevonden blijken in een brede reeks van omstandigheden op te gaan. Deze resultaten geven aan, dat letters inderdaad functioneel zijn bij de herkenning van woorden; tevens dat woordkennis helpt om de waargenomen informatie beter te combineren en te coderen. Over de manier waarop is Massaro (1975) niet zeer duidelijk; hij neemt aan, dat spellingregelmatigheden van invloed kunnen zijn. Dit zou echter tenderen naar selectieve kenmerkextractie, of naar een apart systeem dat abstracte spellingsregels voorschrijft voor waar te nemen letters, onafhankelijk van de woordenschat.

2. Het voorbeeld van Reicher (1969) is niet gelukkig gekozen. Naast WORD en WORK bestaan nog WORE, WORM, WORN en WORT.



### 9.2. De redundantie-theorie van Estes

In een overzichtartikel vat Estes (1977) een groot aantal experimenten samen, die in wezen aantonen dat letterwaarneming in woorden op elementair zintuiglijk niveau identiek is met dat in zinloze reeksen. Daartoe werden evenals bij Massaro's experimenten (1975) de antwoordalternatieven van tevoren bekendgemaakt en werd naar letters in een bepaalde positie gevraagd. Estes heeft echter uitgebreider de rol van de context-letters, de andere letters van het woord, op de waarneming van één ervan bestudeerd. Een illustratief voorbeeld geeft het volgende experiment.

Het woord READ werd aangeboden gedurende ongeveer 20 ms., onmiddellijk op dezelfde plaats gevolgd door \$\$\$\$ , dat continu zichtbaar bleef. De proefpersonen hadden tot taak de eerste letter te identificeren, bij tevoren gegeven keuzemogelijkheid tussen L en R. Daarbij bleek, dat het feit dat READ (of LEAD) een woord was, de herkenning niet verbeterde in vergelijking met die in een niet-woord. Wanneer in hetzelfde tijdsschema eerst R\$\$\$ werd aangeboden, op dezelfde plaats gevolgd door \$EAD, weer continu zichtbaar, steeg de herkenningskans wel in vergelijking met niet-woorden. De grootste verbetering trad op, wanneer eerst READ werd aangeboden, gevolgd door \$EAD, ook continu zichtbaar. Hieruit blijkt, dat lettercontext het meest effectief is, wanneer de letters, hoe kort ook, samen zichtbaar zijn. Er blijkt tevens uit, dat de zogenaamde 'sophisticated guessing'-theorie hier niet opgaat. Wanneer onvolledige informatie moet worden verwerkt, zal volgens de 'sophisticated guessing'-theorie de waarnemer keuzen maken in overeenstemming met de waargenomen informatie. Deze is vrijwel dezelfde in de laatste twee condities, waarin -EAD vrijwel even lang zichtbaar is. Toch levert in de derde conditie de gelijktijdige aanwezigheid van alle woordletters voor slechts 20 ms. een driemaal zo groot effect op, waaruit Estes (1977) afleidt dat de rol van sophisticated guessing minimaal is.

Een belangwekkende opmerking van Estes (1977) betreft de optimale werking van een hiërarchisch herkenningssysteem, zoals hij voorstelt. In dat systeem wordt sensorische informatie verwerkt onafhankelijk van enige context; pas bij de beslissing over wat is waargenomen, wordt context-informatie gecombineerd met de sensorische informatie. Een zodanige werking voorkomt het veelvuldig optreden van een vals alarm, doordat alleen informatie relevant voor een hogere-orde-eenheid wordt verwerkt. Dit ondervangt een gemeenschappelijk bezwaar van globale herkenningssystemen, die immers bij een foutieve herkenning niet kunnen terugvallen op de elementaire kenmerk- of letterinformatie.

### 9.3. De redundantie-theorie van McClelland en Johnston

Een experiment van McClelland en Johnston (1977) is waarschijnlijk het meest volledig in zowel de soorten stimuli die in het Reicher paradigma worden aangeboden, als in de soorten antwoorden. Aangeboden werden

woorden, pseudo-woorden – zonder betekenis, maar op woorden lijkend – en zinloze reeksen. Gevraagd werden zowel een keuze uit twee letters in een bepaalde positie van de stimulus, alsook alle letters van de stimulus. Rapportering van letters in woorden was nauwkeuriger dan in pseudo-woorden, en in pseudo-woorden weer nauwkeuriger dan in letterreeksen. Een analyse van de prestatie op frequente of infrequente bigrammen toonde bij volledige rapportering geen effect: een sterk argument tegen het functioneren van globale kenmerken in lettergroepen. Wel had de gebruiksfrequentie van het aangeboden woord een duidelijk effect op de waarneming van de gevraagde letter: aangevend dat variabele woordkennis een rol van betekenis speelt. Een even groot effect had de frequentie waarmee letters op bepaalde plaatsen in woorden voorkomen. Dat houdt in, dat een onderdeel van woordkennis gespecificeerd kan worden als de kennis van waar bepaalde letters voorkomen in woorden van de taal; en dat letters dus een belangrijke rol spelen bij woordherkenning. Een ander experiment van McClelland geeft meer evidentie voor de rol van de letters in hun positie. In dit experiment (McClelland, 1976) werden woorden en niet-woorden aangeboden, gedrukt in elkaar afwisselende hoofdletters en kleine letters, bijv. fArE en lArE. Onder deze omstandigheden werden letters in woorden nauwkeuriger gerapporteerd dan in niet-woorden, zelfs nauwkeuriger dan in niet-woorden met dezelfde lettergrootte zoals 'lare'. Alle kenmerken die zich over meerdere letters uitstrekken, 'transgrafemische' kenmerken, hetzij in hoofdletters, hetzij in kleine letters gedrukt, zijn volkomen afwezig in stimuli met afwisselend lettertype zoals onderkast en kapitaal. Soortgelijke resultaten werden gevonden in een reeks experimenten door Adams (1979).

Samenvattend is te stellen, dat de derde interpretatie van Wheeler (1970) in uitgebreide vorm de hier genoemde resultaten goed kan verklaren. De visuele verwerking van letterkenmerken, of wellicht letters, geschiedt onafhankelijk van welke linguïstische context dan ook. Naarmate letterreeksen meer op woorden gaan lijken, worden samenstellende letters nauwkeuriger gerapporteerd, omdat woordkennis bepaalde lettersamenstellingen toelaat, andere uitsluit. Dit proces werkt trager dan het puur sensorische proces van kenmerkherkenning. Woordkennis is tevens in staat onvolledige informatie op efficiënte wijze te coderen, zodat gecompenseerd kan worden voor het snel vervagende iconisch geheugen.

## 10. Kwantitatieve modellen van woordherkenning

### 10.1. *Het logogeen model*

In 1969 werd door Morton het logogeen model voorgesteld, dat van toepassing is op auditieve, alsook op visuele woordherkenning. Dit model is van grote invloed geweest op alle latere herkenningmodellen, vooral omdat het – als een der eerste – duidelijk specificeert, hoe zintuiglijke informatie en kennis bijdragen tot herkenning.

De basiseenheid is het logogeen, elk logogeen correspondeert met een gekend woord in de taal en geeft het vrij, als er voldoende informatie voor is. Bij het lezen is er voortdurende visuele informatie met betrekking tot bepaalde woorden; deze verhogen het activatieniveau van het betreffende logogeen. Tevens is er een context aanwezig, die in meer of mindere mate bepaalt, welke woorden op de zojuist gelezen woorden kunnen volgen. Ook deze 'verwachtingen' verhogen het activatieniveau binnen bepaalde logogeen. Overschrijdt het activatieniveau van een logogeen een zekere drempel – afhankelijk van woordbekendheid en frequentie –, dan wordt het woord vrijgegeven; in de volksmond: herkend. Een produktieve eigenschap van het logogeen-model is, dat informatie uit verschillende bronnen onafhankelijk van elkaar wordt verwerkt; met andere woorden, dat het additief is; deze eigenschap vinden we in andere modellen terug. Toch is het model ten aanzien van de wordeigenschappen niet zeer strak geformaliseerd; er zijn varianten ontstaan, en uiteraard ook veel gedetailleerdere modellen voorgesteld.

### 10.2. *Het multicomponent-model*

Een aanzienlijk completer, en veel minder veelzijdig model is voorgesteld door Rumelhart en Siple (1974). Het model is ontworpen om antwoorden te voorspellen op drieletter-woorden, die gevormd worden door vrij schematische 16-segment-letters, waarbij alle segmenten rechte lijnstukken zijn met een bepaalde positie en richting.

Het model stelt, dat allereerst de *letterkenmerken*, gevormd door de samenstellende letters, specifiek per positie, worden gedetecteerd. Elk groepje waargenomen kenmerken kan meestal leiden tot meer dan een *letter*, namelijk die, welke die kenmerken bevatten. In hun positie kunnen die kandidaat-letters weer leiden tot een aantal letterreeksen, lettergrepen en uiteraard ook *woorden*. Met een simpele beslissingsregel op letter- en woordniveau wordt de kans op een antwoord voorspeld.

Een interessante eigenschap van het model is, dat hoewel niet-aangeboden kenmerken niet als kenmerk kunnen worden gedetecteerd, ze toch kunnen voorkomen in de letters van het antwoord. Dit verschijnsel geeft aan, dat de afwezigheid van een vals alarm op een laag zintuiglijk niveau niet die op een hoger niveau kan voorkomen. Ook in dit schema geldt dus, dat de blijvende beschikbaarheid van elementaire kenmerk-informatie van belang zou kunnen zijn voor de nauwkeurigheid der waarneming.

Het model van Rumelhart en Siple (1974) bevat een vrij groot aantal vrije parameters, waardoor alleen door simulatie met een beperkte set van waarden een indruk kon worden verkregen van de modeleigenschappen. De voorspellende kracht van het model lijkt in grote trekken representatief zowel voor visuele eigenschappen van woorden als voor de effecten van woordfrequentie. Dezelfde eigenschappen als het logogeen-model maken dit veel gecompliceerder model hanteerbaar; onafhankelijkheid tussen kenmerken impliceert onafhankelijkheid tussen letters. Wordeigenschappen beïnvloeden

de letterwaarneming niet, doch vanwege afwezigheid van context – alleen geïsoleerde woorden werden aangeboden –, is alleen de sensorische informatie, met enige invloed van de woordfrequentie, relevant. Op het nadeel van de vrije parameters na, is de produktieve waarde van het model echter groot; immers, voor elke willekeurige groep woorden kunnen voorspellingen gemaakt worden over zowel de correcte en foutieve antwoorden als de waarschijnlijkheden daarvan.

### 10.3. *Het letterverwarringsmodel*

Dit model, ontwikkeld door Bouwhuis en Bouma (1979), is van toepassing op woorden die parafoveaal worden aangeboden. Wanneer woorden onder leessituaties worden aangeboden, is herkenning van woorden in de fovea, rechtstreeks bekeken, vrijwel altijd perfect. Door woorden in het zijdelingse blikveld aan te bieden worden ze aanzienlijk minder goed waargenomen, terwijl toch de omstandigheden gelijk kunnen zijn aan die bij het normale lezen. De basisgegevens voor het model zijn ontleend aan een groot aantal experimenten, uitgevoerd door Bouma (1970; 1973). Deze waren, zeker in Nederland, weer de eerste die aan de visuele aspecten van het lezen waren gewijd, na de onderzoeken van rond de eeuwwisseling. Het model is gespecificeerd in termen van letters en woorden. Er wordt aangenomen dat de proefpersoon in elke positie van het woord een letter waar kan nemen. Deze zal niet altijd de correcte zijn, en zo ontstaat, net als in het multicomponent-model, een verzameling mogelijk waargenomen letterreeksen. Er wordt tevens aangenomen dat de letters onafhankelijk van elkaar worden waargenomen; dit houdt overigens niet in, dat visuele interferentie niet zou optreden. De aanname stelt alleen, dat het waarnemen van een bepaalde letter in een bepaalde positie onafhankelijk is van het waarnemen van een andere letter elders. Er wordt vervolgens aangenomen dat de proefpersoon alleen antwoordt met bestaande woorden, een aanname die vrijwel met de empirie overeenkomt. Dat wil zeggen, dat alleen de letterreeksen die overeenkomen met woorden, in aanmerking komen voor een antwoord. De antwoordwaarschijnlijkheden worden met een lineaire beslissingsregel (constant ratio rule) bepaald. Oorspronkelijk zijn de experimenten uitgevoerd met drieletterwoorden; het blijkt echter dat modelvoorspellingen goed opgaan voor vijfletterwoorden (Baggen, 1979). Het lijkt echter noodzakelijk de huidige aanname van letterwaarneming in de juiste positie speciaal voor langere woorden te laten vallen voor een minder exacte localisering. Dit maakt het dan tevens mogelijk het overslaan van een letter toe te laten; het blijkt dat in het algemeen woorden eerder enigszins verkort worden waargenomen (Schiepers, 1976). Een nadeel ten opzichte van het multicomponent-model is dat de letterverwarringen experimenteel moeten worden bepaald, wat een aanzienlijke experimentele inspanning is. Daarentegen gaan de vereenvoudigde aannamen van het multicomponent-model niet op in het zijdelingse blikveld, waar visuele interferentie optreedt, die automatisch in het letterverwarringsmodel

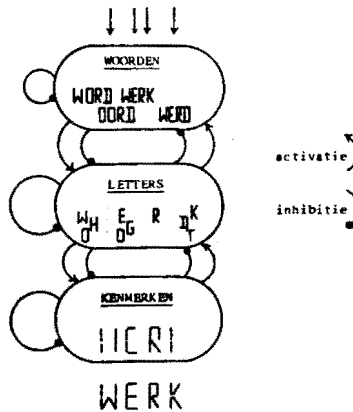
is geïncorporeerd. Een ander voordeel is, dat het letterverwarringsmodel geen vrije parameters heeft, wat niet alleen schattingen en simulaties overbodig maakt, maar het tevens kritischer testbaar maakt. Alle parameters van letterverwarring zijn in onafhankelijke experimenten bepaald, terwijl woord-frequentie-effecten niet zijn meegeteld.

De voorspellingen van het letterverwarringsmodel komen goed tot zeer goed met experimenteel verkregen gegevens overeen. Een van de verschijnselen die het model zeer nauwkeurig voorspelt, is het voorkomen van letters in de antwoorden die in dezelfde positie in het stimuluswoord voorkomen. Voorspellingen van letters in een positie van het woord moeten uiteraard overeenkomen met de bevindingen uit de experimenten in het woord-superioriteitsparadigma. Inderdaad blijkt in vrijwel alle gevallen, dat correcte letters in antwoorden op woordstimuli vaker voorkomen dan in zinloze letterreeksen. Dit effect is zeer groot voor de moeilijk waarneembare middelste letters, en het kleinst voor de best waargenomen letters. Het paradigma van de woord-superioriteit is dus blijkbaar een vrij uniforme simulatie van datgene wat bij elk woord dat we herkennen, in sterkere of zwakkere mate optreedt, maar waar gewoonlijk niet om wordt gevraagd.

Over een aantal eigenschappen van het vocabulaire dat in de woordherkenningsmodellen wordt gebruikt, zal in de laatste twee paragrafen worden ingegaan. Op zich is het kiezen van een bepaald representatief vocabulaire niet direct eenvoudig. Rumelhart en Siple (1974) namen als vocabulaire alle woorden van drie letters in een aantal woordenboeken; Bouwhuis en Bouma namen de resultaten van de tellingen van De la Court (1937) en Uit den Boogaart (1975) en kwamen daarmee op ruim 500 woorden.

#### *10.4. Het interactieve woordherkenningsmodel van McClelland en Rumelhart*

Dit recente model (Rumelhart en McClelland, 1980) specificceert exact de diverse relaties tussen kenmerken, letters en woorden als een functie van de tijd die verloopt na aanbieding van de stimulus. In figuur 7 is te zien, dat woorden, letters en kenmerken drie herkeningsniveaus vormen, die onderling activerende en inhiberende relaties hebben. Een inhiberende relatie van een niveau met zichzelf kan als een soort competitie worden beschouwd. Elk van de niveaus kan als een separaat logogeen-systeem worden gezien, dat gevoed wordt door de sensorische informatie of het onderliggende niveau enerzijds, en het bovenliggende niveau anderzijds. De merkwaardige consequentie van deze opzet is, dat hierbij op geen enkel niveau verwerking als een 'geheel' optreedt, noch op kenmerk-niveau, noch op dat van letters of woorden. Evenals in het model van Rumelhart en Siple (1974) wordt gebruik gemaakt van 12-segment-letters; de bestudeerde woorden hebben vier letters. De werking van het systeem kan als volgt geïllustreerd worden. Sensorische informatie activeert allereerst kenmerk-informatie. Deze op haar beurt activeert de letters die het geactiveerde kenmerk bezitten. Bezitten een aantal



*Figuur 7.* De hiërarchische herkenningsniveaus in het interactieve woordherkenningsmodel van Rumelhart en McClelland (1980). Onderlinge relaties zijn inhiberend of activerend. Elk niveau krijgt alleen informatie uit het direct onderliggende of bovenliggende niveau. Achtergrondinformatie voor woorden is ongespecificeerd, doch zou het contextstelsel kunnen zijn van het logogeen-model (Morton, 1969).

letters dit kenmerk gemeenschappelijk, dan zal dat kenmerk ook vanuit het letterniveau worden geactiveerd. Anderzijds zal een bepaalde letter die een kenmerk niet heeft, dat kenmerk inhiberen. Een analoog proces treedt op tussen het letter- en het woordniveau. De kans op een woord- of letter-antwoord wordt uitgedrukt als een monotone functie van de momentane activatie.

Op dit moment bestaat het model alleen als een computersimulatie; het is echter gelukt kwantitatief de uitkomsten van een tiental representatieve experimenten over letter- en woordherkenning te beschrijven. Deze experimenten omvatten Reicher's experiment (1969), dat van McClelland en Johnston (1977) en Johnston (1978). De beschrijvingen richten zich op letterherkenning in woorden, pseudo-woorden, niet-woorden, het effect van context-letters en effecten van maskering, die dikwijls de waarneming van woorden minder aantasten dan van zinloze letterreeksen of losse letters.

Een van de interessante aspecten van het model is, dat de woordenschat (vierletterige woorden die meer dan tweemaal voorkomen in de lijst van Kučera en Francis, 1967) in deze vorm de geobserveerde verschijnselen kan verklaren. Zo wordt correct voorspeld, dat frequente bigrammen niet beter herkend worden dan zeldzame (McClelland en Johnston, 1977), en tevens dat letterherkenning in pseudo-woorden beter is dan in niet-woorden. Kennelijk is dat effect te danken aan de samenstelling van de woorden in de woordenschat, en niet aan abstracte linguïstische of orthografische regels.

## 11. De aard van woordkennis

Kennis van drieletter-woorden is in opvolging van de ontwikkeling van het letterverwarringsmodel onderzocht door Bouwhuis (1979a) in een lexicale beslissingstaak. Hierbij ziet de proefpersoon een letterreeks en moet hij beoordelen, of deze een woord vormt of niet. Twee maten zijn uit de resultaten af te leiden, namelijk hoeveel woorden de proefpersoon kent, en hoe lang het duurt voor een positief of negatief antwoord wordt gegeven.

Van de 713 woorden van drie letters, genomen uit de grote Van Dale (Kruyskamp, 1970), kenden de proefpersonen er gemiddeld 493. Dit is uiteraard alleen geldig bij geïsoleerd aangeboden woorden; het lijkt waarschijnlijk dat in contextverband meer woorden gekend zouden worden. Toch blijkt ook uit diverse andere analyses (Bouwhuis, 1979b), dat woorden zeer sterk in gekendheid variëren.

Een interessante vraag is nu, of er woordfactoren zijn die de woordkennis beïnvloeden. Een traditionele maat is de woordfrequentie, die inderdaad voor zeldzame woorden de latentietijd met 120 ms. verlengt, een vrij karakteristieke waarde. Frequentie komt echter niet visueel tot uiting. Het blijkt echter, dat de snelheid en nauwkeurigheid van de antwoorden samenhangen met het aantal woorden dat een bepaalde letter op een bepaalde positie bezit. Een letter b is het meest frequent als beginletter van drieletter-woorden en versnelt de woordbeslissing met meer dan 100 ms., op een gemiddelde van 800 ms. Dit verschijnsel treedt in dezelfde mate op bij alle drie letterposities. Bovendien vertraagt een veel voorkomende letter weer op alle drie posities een fout antwoord, nl. dat het woord niet gekend wordt!

Even interessant is dat een betekenisloze letterreeks de omgekeerde effecten vertoont; een letter die op een bepaalde positie in veel woorden voorkomt, vertraagt het antwoord dat het geen woord is; een zeldzame versnelt het. Het effect komt ook tot uiting in de waarschijnlijkheid, dat een woord als woord, of een niet-woord als woord wordt aangemerkt. Over de drie letterposities correleert de frequentie van letters in woorden van +.438 tot +.759, met de kans dat woorden of pseudo-woorden als woord worden gezien. Daarentegen is het effect van bigrammen aanzienlijk kleiner dan van afzonderlijke letters, waaruit afgeleid kan worden dat dit veroorzaakt wordt door de afzonderlijke letters. Dit effect is te verwachten, wanneer, zoals bleek (Bouwhuis, 1979b), letters in woorden betrekkelijk onafhankelijk van elkaar bigrammen vormen.

Het is inmiddels enigszins paradoxaal, dat het effect van de letters in woorden rechtstreeks wordt bepaald door de aanwezigheid van de woorden in de woordenschat, en niet gewogen wordt door gebruiksfrequentie van die woorden. Andere studies over letterfrequentie vinden dezelfde grootte-orde van effecten in de latentietijden: het effect van de frequentie van voorkomen van begin- en eindletters werd bestudeerd door Stanners, Forbach en Headley (1971) in CVC-woorden en door Stanners en Forbach (1973) in CCVCC's. Ook Chambers (1979) komt tot de conclusie, dat de samenstellende letters

de effectiviteit van het opzoeken van woorden in het subjectieve lexicon bepalen. Het effect dat letters een verschillende frequentie van voorkomen hebben in woorden, is door Mason (1975) spatiële redundantie genoemd. Deze factor bleek als effectieve variabele in leestaken te fungeren (Mason, 1975; 1978; Mason en Katz, 1976). Het perceptieve effect van een verstoorde letterpositie is duidelijk te maken in de volgende zin:

Probe ernu dite enst ele zen.

Hoewel in deze zin alleen de spaties zijn opgeschoven, heeft de leesbaarheid sterk geleden. Sommige lezers menen bescheiden een drukfout aan te kunnen wijzen; kennelijk heeft ook de betekenisverlening door de in wezen zo triviale variaties te lijden.

## 12. Fonologische codering

In deze laatste paragraaf wordt kort een verwante ontwikkeling besproken op het gebied van het laatste proces bij woordherkenning, het uitspreken van het woord. Vanaf Grashey (1885) zijn er voortdurend theorieën voorgesteld, dat woordherkenning wordt gerealiseerd door het coderen van de letters in een klankvoorstelling. Recentelijk is door Bradshaw (1975) experimentele evidentie verzameld voor of tegen fonologische codering, waaruit de conclusie gewettigd lijkt, dat bij het lezen doorgaans sprake is van een rechtstreekse visuele toegang tot de woorden. Verder lijkt het waarschijnlijk dat de fonologische code pas tot stand komt nadat het woord is geadresseerd, en beschikbaar is gekomen, postlexicaal dus. Dat is ook de verklaring die Coltheart, Besner, Jonasson en Davelaar (1979) geven voor een groot aantal experimentele resultaten op dit gebied. Voor niet-woorden als BRANE, klinkend als het woord BRAIN, was bijv. gevonden dat het met vertraging als niet-woord werd beoordeeld. De gedachte ligt voor de hand dat de klank van BRANE ten onrechte de lexicale inhoud van BRAIN zou oproepen, waardoor de visuele code pas uitsluitel kon geven. Hieruit dient volgens Coltheart c.s. (1979) niet afgeleid te worden, dat voor woorden ook een fonologische toegangscode wordt gebruikt. Vrijwel altijd zal de visuele code sneller de lexicale inhoud oproepen dan de zich trager ontwikkelende fonologische code, die parallel daarmee wordt gevormd. Het zoekproces naar het mogelijke woord BRANE duurt echter zo lang, dat de fonologische code wel wordt gerealiseerd, die daarna ten onrechte de indruk wekt van BRAIN te komen. Een soortgelijke beschrijving wordt gegeven door Glushko (1979), die echter tevens een model geeft voor het uitspreken van woorden. Glushko (1979) stelt dat de fonologische realisatie en de uitspraak van een woord niet afhankelijk is van formele fonetische of orthografische regels, maar van de uitspraak van soortgelijke woorden in de woordenschat. Soortgelijk dient exact te worden verstaan als voor een associatief geheugen geldt: woorden zijn soortgelijk als



ze dezelfde letters op dezelfde plaatsen hebben.

Een voorbeeld is het woord HAVE, waarvoor de tijd tussen aanbieding en uitspraak langer is dan voor HAZE. Andere woorden die op -AVE eindigen (DAVE, BRAVE, GAVE, WAVE), hebben een andere uitspraak van het -AVE-gedeelte, en de proefpersoon wordt verondersteld de uitspraak te kiezen uit de zogenaamde 'neighborhood' van -AVE. In het geval van woorden die op -AZE eindigen, zoals HAZE, MAZE en GAZE, zijn er geen afwijkende uitspraken en vindt de naamproductie sneller plaats. Dezelfde effecten zijn in een uitgebreide reeks experimenten gevonden door Stanovich en Bauer (1978) en Bauer en Stanovich (1980). De loutere aanwezigheid van de woorden in het vocabulaire bepaalt de uitspraak, en er is geen opgeslagen uitspraakrepresentatie per woord. De effecten die gevonden worden m.b.t. de zogenaamde uitzonderingswoorden (exception words), zijn echter beperkt, van de orde van 20 à 30 ms., echter zeer consistent over diverse experimenten. Het lijkt ook waarschijnlijk, dat het effect in het fonemisch onregelmatige Engels eerder aan de dag zal treden dan in een regelmatigere fonologie. Toch zijn overeenkomstige effecten in het Nederlands te vinden; men denke aan kastomaat of bommelding (kas-tomaat, bom-melding), die zeer gemakkelijk als kast-o-maat of bommel-ding gelezen worden. Door in 'beregeld', 'beneveld', en de naam 'Sevenster' het accent op de eerste of tweede lettergreep te leggen, ontstaan ook uitspraakfouten, die waarschijnlijk worden gesteund door het bestaan van resp. beren, geld, benen, veld en venster. Ook hier interfereert de woordkennis met fonologische regels; de woorden kunnen niet worden uitgesproken voordat ze correct zijn gesegmenteerd.

### 13. Spelling

Het is verrassend, dat zowel formele woordherkenningsmodellen, onderzoek aan letterherkenning, woordkennis en uitspraak van woorden zo convergerend leiden tot een vorm van lexicale toegang, die op de samenstellende letters van woorden gebaseerd is. Meer dan ooit lijkt globale woordherkenning zeker op waarnemingsniveau een illusie. Op het eerste gezicht lijkt de waarschijnlijke lexicale toegang onthutsend eenvoudig en primitief; eenvoudiger dan menig linguïst zou hebben gehoopt. Proefpersonen blijken gevoelig voor hoe de woorden die ze kennen, er uitzien; waarschijnlijk niet voor abstracte orthografische regels. Dikwijls wordt aangenomen dat impliciete kennis van deze regels een integrerend bestanddeel uitmaakt van het herkenningsproces. De hier gegeven verklaring, gebaseerd op gekende woorden, is eenvoudiger; het lijkt echter tevens zeer onwaarschijnlijk, dat in de korte tijd dat woordherkenning plaatsvindt, een orthografisch detectiesysteem, dat vaak moet werken met partiële letterinformatie, enig effect zou kunnen hebben. Het verschijnsel dat spellingsverandering door conservatieve spellers met kracht wordt afgewezen, kan dan ook zeker een perceptieve basis heb-

ben; veranderingen verstoren de geïnternaliseerde woordvoorstellingen, die het lezen aanzienlijk verzwaren. Indien tenslotte de wat we hier subjectieve spelling kunnen noemen zo sterk samenhangt met de ontwikkeling van de woordenschat, is het waarschijnlijk niet mogelijk in een korte tijd het effect van spellingsverandering te bepalen. Het is dan ook vrijwel onmogelijk zonder waarnemings- en woordkennis-onderzoek enige substantiële uitspraak te doen over het effect van spellingsverandering.

De veelheid van woordherkenningsonderzoek heeft tot nu toe niet geleid tot een beter inzicht in de exacte rol van woordherkenning in het proces van lezen en begrijpen van gedrukte tekst. Deze rol lijkt echter, zeker voor de minder ervaren lezers, van fundamenteel belang, waarbij niet vergeten moet worden dat de hier gebruikte beschrijving van het herkenningsproces ook het zich realiseren van de woordbetekenis omvat. Zo kan op logische gronden alleen al worden aangenomen dat het nodig is woorden te herkennen om ze in het leesproces in hun samenhang te kunnen begrijpen. Anderzijds wordt in onderzoek naar tekstbegrip automatisch aangenomen, dat de woorden allemaal perfect herkend zijn of worden. Dat maakt duidelijk, dat onderzoek op het gebied tussen zintuiglijke herkenning en tekstbegrip nodig zal zijn om de rol van beide in het leesproces beter te begrijpen.

Echter, ook op het leesonderwijs heeft het onderzoek naar visuele waarneming en woordherkenning slechts in geringe mate een doelmatige invloed gehad. Deels is dat te wijten aan een onvoldoende begrip van de zo gecompliceerde leestaak, waarin het belang van bepaalde deelprocessen moeilijk beoordeeld kan worden. Deels ook, doordat systematisch vergelijkend perceptief onderzoek van verschillende leesmethoden of zelfs studie naar de doeltreffendheid van een methode vrijwel altijd heeft ontbroken.

Uit recente overzichten blijkt echter, dat speciaal in de eerste fasen van het leesonderwijs het leren van letters en van hun klank in het woord van grote betekenis is, in tegenstelling tot wat in de globale methoden altijd is gesteld (Chall, 1967; Chall, 1979; Williams, 1979). In de in Nederland in zwang zijnde 'structuurmethode' is dit in zekere mate gerealiseerd.

Verder lijkt het vooral voor het leesonderwijs van belang, dat een beter inzicht wordt verkregen in de tijdsstructuur van de processen die zich bij woordherkenning afspelen. Dat houdt onder meer de vragen in, op welk moment na een oogfixatie het besef van de woordbetekenis of de woordklank tot stand komt, door welke oorzaken daar fouten in worden gemaakt, en of er wellicht helemaal geen doeltreffende herkenning optreedt. Onderzoek aan zwakke en dyslectische lezers heeft aangetoond, dat juist in de tijd waarin hun antwoorden tot stand komen, betrekkelijk kleine, doch consistente verschillen te constateren zijn met normaal lezende kinderen; ook voor woorden die ze goed herkennen (Perfetti en Lesgold, 1979; Bouma en Legein, 1980). Het samengaan van deze tijdsverschillen met een zo sterk verlaagde herkenningsprestatie geeft in elk geval aan, dat subtiele verschillen in verwerking drastische gevolgen voor het verloop van het leesproces kunnen hebben. Het lijkt daarom waarschijnlijk, dat verder onderzoek naar woordherkenning,

woordbegrip en de tijdsstructuur van de deelprocessen de moeilijkheden en mogelijkheden van het lezen beter in het licht zal stellen.

### Literatuur

- Adams, M.J., Models of word recognition. *Cognitive Psychology*, 1979, 11, 133-176.
- Adler, Arthur, *Beiträge zur Casuistik und Theorie der Aphasie*. Breslau: Grass, 1899.
- Averbach, E., & Sperling, G., Short term storage of information in vision. In: C. Cherry (Ed.), *Symposium on information theory*. London: Butterworth, 1961.
- Baggen, C.P.M.J., *Visuele herkenning van woorden van vijf letters*. Instituut voor Perceptie-Onderzoek, Rapport nr. 364, Eindhoven, 1979.
- Bauer, D., & Stanovich, K., Lexical access and the spelling-to-sound regularity effect. *Memory and Cognition*, 1980, 8, 424-432.
- Becher, E., Experimentelle und kritische Beiträge zur Psychologie des Lesens bei kurzen Expositionszeiten. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1904, 36, 19-73.
- Bouma, H., Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, 1970, 226, 177-178.
- Bouma, H., Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words. *Vision Research*, 1973, 13, 767-782.
- Bouma, H., Visual search and reading: eye movements and functional visual field: a tutorial review. In: J. Requin (Ed.), *Attention and Performance VII*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1978.
- Bouma, H., & Legein, Ch.P., *Dyslexia: a specific recoding deficiency?* *Neuropsychologia*, 1980, 18, 285-298.
- Bouwhuis, D.G., Word knowledge and letter recognition as determinants of word recognition. In: P.A. Kolers, M. Wrolstad & H. Bouma (Eds.), *Processing of visible language I*. New York: Plenum Publishing Corporation, 1979a.
- Bouwhuis, D.G., *Visual recognition of words*. Eindhoven: dissertatie Katholieke Universiteit Nijmegen, 1979b.
- Bouwhuis, D.G., & Bouma, H., Visual recognition of three-letter words as derived from the recognition of the constituent letters. *Perception and Psychophysics*, 1979, 25, 12-21.
- Bradshaw, J.L., Three interrelated problems in reading. *Memory and Cognition*, 1975, 3, 123-134.
- Caro, L., Über Aphasie. *Deutsches Archiv für klinische Medizin*, 1888, 43, 145-164.
- Cattell, J.McK., Über die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen, Bildern und Farben. *Philosophische Studien*, 1885a, 2, 635-650.
- Cattell, J.McK., The inertia of the eye and the brain. *Brain*, 1885b, 8, 295-312.
- Cattell, J.McK., Über die Trägheit der Netzhaut und des Sehcentrums. *Philosophische Studien*, 1886a, 3, 94-127.
- Cattell, J.McK., The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 1886b, 11, 220-242; 377-392; 524-538.
- Cattell, J.McK., The time it takes to see and to name objects. *Mind*, 1886c, 11, 63-65.
- Chall, J., *Learning to read: the great debate*. New York: McGraw-Hill, 1967.
- Chall, J., The great debate: ten years later; with a modest proposal for reading stages. In: L.B. Resnick & Ph.A. Weaver (Eds.), *Theory and Practice of early reading, Vol. 1*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1979.
- Chambers, S.M., Letter and order information in lexical access. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1979, 18, 225-241.
- Coltheart, M., Besner, D., Jonasson, T., & Davelaar, E., Phonological encoding in the lexical decision task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1979, 31, 489-507.
- De la Court, J.F.H.A., *De meest voorkomende woorden en woordcombinaties in het Nederlandsch: verslag van het onderzoek in opdracht van het Departement van Onderwijs en Eeredienst*. Batavia (Djakarta): Volkslectuur, 1937.

- Diack, H., *Reading and the psychology of perception*. New York: Philosophical Library Inc., 1963.
- Dodge, R., The psychology of reading. *Psychological Review*, 1901, 8, 56-60.
- Doggett, D., & Richards, L.G., A reexamination of the effect of word length on recognition thresholds. *American Journal of Psychology*, 1975, 88, 583-594.
- Ebbinghaus, H., & Dürr, E., *Grundzüge der Psychologie*. Leipzig: Veith, 1913.
- Erdelyi, M.H., A new look at the New Look: perceptual defence and vigilance. *Psychological Review*, 1974, 81, 1-25.
- Erdmann, B., & Dodge, R., *Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage*. Halle: Niemeyer, 1898.
- Erdmann, B., & Dodge, R., Zur Erläuterung unserer tachistoskopischen Versuche. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1900, 22, 241-267.
- Estes, W.K., On the interaction of perception and memory in reading. In: D. Laberge & S.J. Samuels (Eds.), *Basic processes in reading: perception and comprehension*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- Freud, S., *Zur Auffassung der Aphasien: eine kritische Studie*. Wien: Deuticke, 1891. Engelse vertaling: *On aphasia*. London: Imago Publishing Co. Ltd., 1953.
- Glushko, R.J., The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 1979, 5, 674-691.
- Goldscheider, A., & Müller, R.F., Zur Physiologie und Pathologie des Lesens. *Zeitschrift für klinische Medizin*, 1893, 23, 131-167.
- Grashey, H., Über Aphasie und ihre Beziehungen zur Wahrnehmung. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 1885, 16, 654-688.
- Henderson, L., Wholistic models of feature analysis in word recognition: a critical examination. In: P.A. Kolers, H. Bouma & M. Wrolstad (Eds.), *Processing of visible language 2*. New York: Plenum Publishing Corporation, 1981.
- Howes, D.H., & Solomon, R.L., Visual duration threshold as a function of word probability. *Journal of Experimental Psychology*, 1951, 41, 401-410.
- Huey, E.B., *The psychology and pedagogy of reading*. The McMillan Company, 1908; Cambridge (Mass.): the MIT Press, 1968.
- Johnson, N.F., A pattern-unit model of word identification. In: D. Laberge & S.J. Samuels (Eds.), *Basic processes in reading: perception and comprehension*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- Kruyskamp, C., *Van Dale groot woordenboek der Nederlandse taal*. 's-Gravenhage: Nijhof, 1970.
- Kučera, H., & Francis, W.N., *Computational Analysis of present-day English*. Providence: Brown University Press, 1967.
- Leube, W., Über eine eigenthümliche Form von Alexie. *Zeitschrift für klinische Medizin*, 1891, 18, 1-8.
- Lichtheim, L., Über Aphasie. *Deutsches Archiv für klinische Medizin*, 1885, 36, 204-268.
- Löwenfeld, L., Über zwei Fälle von amnestischer Aphasie nebst Bemerkungen über die centralen Vorgänge beim Lesen und Schreiben. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, 1892, 2, 1-41.
- Mason, M., Reading ability and letter search time: effects of orthographic structure defined by single letter positional frequency. *Journal of Experimental Psychology*, 1975, 104, 146-166.
- Mason, M., The role of spatial redundancy in grapheme recognition: perception or inference? *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 1978, 4, 662-673.
- Mason, M., & Katz, L., Visual processing of nonlinguistic strings: redundancy effects and reading ability. *Journal of Experimental Psychology, General*, 1976, 105, 338-348.
- Massaro, D.W., Primary and secondary recognition in reading. In: D.W. Massaro (Ed.), *Understanding Language*. Chicago: Rand McNally, 1975.
- Mathews, M.M., *Teaching to read*. Chicago: University of Chicago Press, 1966.
- McClelland, J.L., Preliminary letter identification in the perception of words and nonwords. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 1976, 2, 80-91.
- McClelland, J.L., & Johnston, J.J., The role of familiar units in perception of words and nonwords. *Perception and Psychophysics*, 1977, 22, 249-261.

- Messmer, O., Zur Psychologie des Lesens bei Kindern und Erwachsenen. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 1904, 2, 190-298.
- Morton, J., Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 1969, 76, 165-178.
- Neisser, U., *Cognitive Psychology*. New York: Appleton Century Crofts, 1967.
- Perfetti, C.A., & Lesgold, A.M., Coding and comprehension in skilled reading and implications for reading instruction. In: L.B. Resnick & Ph.A. Weaver (Eds.), *Theory and practice of early reading, Vol. 1*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1979.
- Reicher, G.M., Perceptual recognition as a function of the meaningfulness of stimulus material. *Journal of Experimental Psychology*, 1969, 81, 275-280.
- Richards, L.G., On perceptual and memory processes in the word frequency effect. *American Journal of Psychology*, 1973, 86, 717-728.
- Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L., *An interactive model of the effect of context in perception, Part 1*. Center for Human Information Processing, Rep. no. 91, Dept. of Psychology, University of California, San Diego, La Jolla, 1980.
- Rumelhart, D.E., & Siple, P., Process of recognizing tachistoscopically presented words. *Psychological Review*, 1974, 81, 99-118.
- Schiepers, C.W.J., *Global attributes in visual word recognition*. Nijmegen: dissertatie Katholieke Universiteit Nijmegen, 1976.
- Sommer, R., Zur Psychologie der Sprache. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1891, 2, 143-163.
- Stanners, R.F., & Forbach, G.B., Lexical storage and retrieval of polymorphemic and polysyllabic words. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, 98, 31-35.
- Stanners, R.F., Forbach, G.B., & Headley, D.B., Decision and search processes in word-nonword classification. *Journal of Experimental Psychology*, 1971, 90, 45-50.
- Stanovich, K.E., & Bauer, D., Experiments on the spelling-to-sound regularity effect in word recognition. *Memory and Cognition*, 1978, 6, 410-415.
- Thorndike, E.L., & Lorge, I., *The teacher's wordbook of 30,000 words*. New York: Bureau of Publications, Teacher's College, 1944.
- Titchener, E.B., Zur Chronometrie der Erkennungsaktes. *Philosophische Studien*, 1892, 8, 138-144.
- Uit den Boogaart, P.C., *Woordfrequenties in geschreven en gesproken Nederlands*. Utrecht: Oosthoek; Scheltema en Holkema, 1975.
- Wernicke, C., Die neueren Arbeiten über Aphasie. *Fortschritte der Medizin*, 1886, 4, 463-482.
- Wheeler, D.D., Processes in word recognition. *Cognitive Psychology*, 1970, 1, 59-85.
- Williams, J., Reading instruction today. *American Journal of Psychology*, 1979, 34, 917-922.
- Woodworth, R.S., *Experimental Psychology*. New York: Henry Holt and Company, 1938.
- Wundt, W., Zur Kritik tachistoskopischer Versuche. *Philosophische Studien*, 1899, 15, 287-317.
- Wundt, W., Zur Kritik tachistoskopischer Versuche. *Philosophische Studien*, 1900, 16, 61-70.
- Wundt, W., *Völkerpsychologie. Bd. 1*. Leipzig: Wilhelm Engelmann, 1911.
- Zetler, J., Tachistoskopische Untersuchungen über das Lesen. *Philosophische Studien*, 1900, 16, 380-463.