

ERIC KANDEL EN DE NEURALE WETENSCHAPPEN

Jaap van der Stel
De Geestgronden
6 februari 2001

Eric Kandel ontving vorig jaar de Nobelprijs voor fysiologie of geneeskunde. Het is uitzonderlijk dat een van oorsprong klinisch psychiater, tevens opgeleid als psychoanalyticus, op deze wijze is gehuldigd. Deze prijs weerspiegelt de vooruitgang die in de tweede helft van de 20^e eeuw is geboekt in de neuropsychiatrie.

Kandel is behalve een briljant onderzoeker ook een begenadigd auteur en leraar. Eveneens vorig jaar verscheen de vierde editie van *Principles of Neural Science* waarvan hij de belangrijkste redacteur en auteur is. Beide gebeurtenissen – prijs én boek – vormden de aanleiding tot dit artikel, dat het midden houdt tussen een *boekbespreking*, een *leesverslag* en een *lofrede*.¹

Nobelprijs voor fysiologie of geneeskunde

De oude Grieken kenden al het woord neuron. Toch had men twee millennia lang niet meer dan een flauwe notie van het zenuwstelsel. Dat veranderde in de tweede helft van de 19e eeuw door nieuwe observatietechnieken en de toepassing van ‘hulpwetenschappen’ als de chemie, fysica (elektriciteit) en biologie. De Italiaan Camillo Golgi (1843-1926) ontving samen met de Spanjaard Santiago Ramon Y Cajal (1852-1934) in 1906 in Stockholm de Nobelprijs voor hun bijdrage aan het onderzoek van het zenuwweefsel en de ontdekking van de zenuwcel. Bijna 100 jaar later traden de Zweed Arvid Carlsson (1923) en de Amerikanen Paul Greengard (1925) en Eric Kandel (1929) in hun voetsporen. Zij ontvingen vorig jaar de Nobelprijs voor fysiologie of geneeskunde vanwege hun baanbrekend onderzoek naar de werking van het neuron. Gedrieën hebben ze belangrijke bijdragen geleverd aan een beter begrip van de wijze waarop de hersenen op moleculair niveau werken. Ze gingen na wat er in het neuron gebeurt nadat een signaal is ontvangen. Hun aandachtsveld was vooral de langzame, biochemische synaptische transmissie. De kennis van dit proces is cruciaal om te begrijpen hoe het brein normaal functioneert en hoe – bij verstoringen van dit proces – neurologische of psychiatrische stoornissen kunnen optreden.

Arvid Carlsson ontdekte in de jaren vijftig de rol van dopamine in de hersenen als een belangrijk chemisch signaal voor de controle van beweging. Een tekort ervan geeft aanleiding tot de ziekte van Parkinson. In de jaren zestig ontdekte hij hoe neuroleptica (voor de behandeling van schizofrenie) werken. Hij suggereerde dat de drugs de receptoren blokkeren bij de neuronen die het dopaminesignaal oppakken. Dit inzicht leidde tot de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen. Carlsson heeft ook bijgedragen aan de ontwikkeling van de nieuwe generatie antidepressiva (SSRI's).

¹ Een ingekorte versie van dit artikel is als boekbespreking aangeboden aan het *MGv*.

Paul Greengard richtte het focus op de cascade van gebeurtenissen in het neuron nadat een signaal is ontvangen. Hij gaf eveneens aandacht aan de dopamineneuronen. Tegen de toenmalige trend in verlegde hij eind jaren zestig zijn aandacht van de elektrische eigenschappen van de zenuwcellen naar de biochemische aspecten ervan. Zo ontdekte hij het phosphorylatiemechanisme dat betrokken is bij de langzame veranderingen in de informatieoverdracht van de synapsen (de verbindingspunten tussen de zendende en de ontvangende zenuwcellen).

Kandel kreeg de Nobelprijs vanwege zijn onderzoek naar het cellulaire proces dat aan de meest basale mechanismen van het leren (gewenning, sensibilisatie, klassieke conditionering) en het geheugen ten grondslag ligt. Zijn onderzoek is van belang voor een beter inzicht in schizofrenie en de ziekten van Alzheimer en Parkinson. Hij verrichte zijn onderzoek aan de zeeslak *Aplysia* – een dier met relatief weinig (20.000) zenuwcellen. Later breidde hij zijn onderzoek uit naar complexere dieren.

Kandel heeft aangetoond hoe zenuwcellen hun responsiviteit op chemische signalen zodanig veranderen dat dit leidt tot een gecoördineerde gedragsverandering. Het bleek dat in anatomisch invariante circuits diverse reactiepatronen kunnen worden geïnduceerd. Dit is mogelijk door de biochemische veranderingen die aan de vorming van het geheugen gerelateerd zijn. Veranderingen op korte termijn veroorzaken een modulatie van de synapsen. Dit gebeurt door een biochemisch proces (phosphorylatie van proteïnen). Hierdoor worden ionkanalen in het celmembraan zodanig beïnvloed dat er meer Calcium-ionen binnenstromen. De veranderingen kunnen enkele minuten tot uren duren.

Voor de ontwikkeling van lange termijngeheugen is een verandering in proteïnesynthese vereist. Deze kan leiden tot veranderingen in de vorm en de functie van synapsen. Lange termijngeheugen ontstaat wanneer een sterke stimulus aanleiding geeft tot verhoogde niveaus van het boodschappermolecuul cAMP en vervolgens het proteïne kinase A. Als deze signalen de celkern bereiken kunnen ze leiden tot structurele veranderingen in de synaps. Deze kunnen weken aanhouden. Ook kunnen nieuwe synapsen gevormd worden.

Kandel heeft met zijn medewerkers vastgesteld dat het geheugen is gelokaliseerd in de synapsen van de zenuwcellen. Leren vindt niet plaats door aanpassing van de ‘bedrading’ van de basale neurale circuits. Essentieel is een verandering in het gedrag van de synapsen en de aanpassing van de sterkte van de synaptische verbindingen tussen de zenuwcellen.

Neurale wetenschap

Eric Kandel is geboren in Wenen. Met zijn ouders vluchtte hij in 1939 naar de VS. Hij werd opgeleid als klinisch psychiater en – zoals in die tijd in de VS gebruikelijk was – als psychoanalyticus. Vanwege zijn sterke verlangen erachter te komen hoe de hersenen werken, verlegde hij zijn aandacht naar de neurofysiologie. Sinds 1974 is hij directeur van een onderzoeksinstituut voor neurobiologie en gedrag. Na eerst studie te hebben verricht naar de zenuwcellen in de hippocampus besefte hij dat het nodig was een eenvoudiger model te bestuderen – de zeeslak. Zijn belangstelling voor de klinische psychiatrie heeft hij echter behouden. Al heel lang bepleit hij de uitwisseling van kennis tussen diverse disciplines die de relatie tussen geest en hersenen onderzoeken.

Kandel staat aan de wieg van de moderne neurale wetenschap. Deze is gevormd uit de integratie van diverse disciplines, zoals de neurofysiologie, de anatomie, embryologie, celbiologie en de psychologie. De neurale wetenschap kwam op in de loop van de jaren

zeventig als de convergentie van een aantal basale disciplines. Essentieel was verder de ontwikkeling en toepassing van nieuwe onderzoekstechnieken waarmee de werking van de cellen van het zenuwstelsel kan worden bestudeerd. Van belang zijn de moleculaire biologie en aanverwante onderzoekstechnieken waaronder de moderne beeldvormende technieken (CT, functionele MRI, PET, MEG en SPECT). Verder hebben experimenten met genetisch gemanipuleerde muizen aan de kennis bijgedragen. Tegenwoordig kunnen hypothesen met geavanceerde technieken empirisch getoetst worden. In het onderzoeksprogramma staat de zoektocht naar een verbinding tussen de biologische traditie en de cognitieve psychologie centraal.

Samen met James H. Schwartz en Thomas M. Jessell heeft Kandel onlangs de vierde editie van *Principles of Neural Science* geredigeerd. De Nobelprijs vormt de directe aanleiding tot de bespreking van dit boek dat in 1981 voor het eerst uitkwam.

Het werk bestaat uit 1400 pagina's, verdeeld over 63 hoofdstukken in negen delen: neurobiologie van het gedrag; de cel- en moleculaire biologie van het neuron; de elementaire interacties tussen neuronen: synaptische transmissie; de neurale basis van de cognitie; perceptie; beweging; arousal, emotie en homeostasis; de ontwikkeling van het zenuwstelsel; taal, gedachte, stemming, leren en geheugen.

De neurale wetenschap richt zich op het inzichtelijk maken van de mentale processen waardoor we kunnen waarnemen, handelen, leren en onthouden. Ze gaat na hoe de hersenen de uiterst individuele handelwijze van de mens tot stand brengen. Neurowetenschappers erkennen dat we daarover nog heel weinig weten. De kennis daarover neemt echter in rap tempo toe door nauwgezet onderzoek naar de elementaire bestanddelen en principes van de menselijke hersenen.

Het boek gaat over het menselijk gedrag op het niveau van de individuele zenuwcellen. Het geeft inzicht in de wijze waarop zenuwcellen met elkaar in de hersenen communiceren. Het verduidelijkt hoe neurale circuits verschillende percepties en motorische responsen voortbrengen en hoe de communicatie tussen neuronen wordt gewijzigd door ervaringen. Ook wordt ruim aandacht besteed aan de wijze waarop deze processen verstoord kunnen raken en leiden tot ziekten of stoornissen. Kandel et al beklemtonen het belang van de synthese van neurobiologie, cognitieve psychologie, neurologie en psychiatrie. De grenzen tussen de disciplines zijn volgens hen arbitrair en verschuiven. Een synthese geeft een beter perspectief op de verdieping van onze kennis van de diverse psychische functies en de biologische fundering daarvan. In het verlengde daarvan ontstaat een nieuw inzicht in de aard van de psychische stoornissen.

Transmissie van informatie op moleculair niveau

De menselijke hersenen bestaan uit meer dan 100 miljard individuele cellen, gegroepeerd in een groot aantal anatomisch van elkaar te onderscheiden circuits. Deze staan ten opzichte van elkaar in een functionele hiërarchie en brengen door hun gezamenlijke, bidirectionele communicatie de verschillende psychische functies voort. Ze kunnen ook de oorzaak zijn van neuropsychiatrische symptomen.

Ik weet niet zeker wat mij meer verwondert: de wijze waarop onze hersenen in elkaar steken, of de manier waarop wetenschappers proberen daarvan kennis te nemen. Ik denk toch het laatste. Vaak tegen het gezag van hoogleraren met gevestigde reputaties in, hebben telkens opnieuw eigenzinnige onderzoekers baanbrekende ontdekkingen gedaan.

Er is een groot verschil tussen kronkelwegen waarlangs de onderzoekers hun kennis hebben vergaard en de logische presentatie (van elementaire tot complexe samenhangen) van de huidige inzichten waar dit boek van getuigt. Gelukkig is daarin aandacht voor de wetenschapshistorische dimensie: op diverse plaatsen wordt verteld wie wat ontdekte en op welke wijze deze ontdekking tot stand kwam.

Mensen passen hun gedrag voortdurend aan – hoe gaat dat in zijn werk op neurale niveau? Complex menselijk gedrag wordt geïnitieerd door de werking van vele cellen. In veel hersenregio's transformeren de cellen informatie, behalve dat ze die ontvangen en doorgeven. Cruciaal voor de onderlinge communicatie zijn de synapsen bestaande uit terminals van de zendende en de receptoren op de ontvangende zenuwcellen. De notie van de *receptor* is afkomstig van Paul Ehrlich (1854-1915). Charles Sherrington (1857-1952) muntte het woord *synaps* en deed onderzoek naar de reflexbewegingen in het ruggenmerg. Daarmee kwam hij meer te weten over neurale integratie. Het aantal potentiële verbindingen tussen zoveel eenheden is in getal haast niet meer uit te drukken. Gelukkig liggen aan die verbindingen een aantal – voorspelbare en basale – principes ten grondslag. Opmerkelijk is ook dat diverse systemen, zoals de zintuigen, berusten op informatieverwerkende principes die evolutionair gezien heel oud zijn. Uit het onderzoek van Kandel is gebleken dat specifieke (chemische) synapsen gedurende de ontwikkeling in staat zijn tot zowel kortstondige fysiologische als duurzame morfologische veranderingen. Processen die aan de basis liggen van het leren en het herinneren en die al bij heel primitieve dieren kunnen worden aangetoond.

De hersenen werken volgens het principe van de parallelle verwerking van informatie in gedistribueerde netwerken van zelfstandige neuronen. De hersenen maken gebruik van elektrische doorgifte van informatie, maar het is onjuist de hersenen voor te stellen als een elektrisch of elektronisch apparaat. Elektrische ladingen dienen ertoe om (bio)chemische processen te initiëren.

Neuronen zijn nooit echt in rust. Ze bevinden zich in een dynamisch evenwicht dat verstoord kan worden door externe chemische of elektrische prikkeling en daardoor aanleiding kan geven tot een actiepotentiaal. De zenuwen brengen informatie via de receptor over door modulatie van de frequentie van elektrische impulsen. Elektrische synaptische transmissie werkt zeer snel, maar is nogal stereotypisch. Met chemische synaptische transmissie (zoals met acetylcholine of dopamine) zijn veel meer gedifferentieerde responsen te bereiken, die bovendien van veel langere duur kunnen zijn. Neurotransmitters verschillen van hormonen doordat ze slechts communiceren met de cellen waarmee synaptische verbinden bestaan. Aan de identiteit van de transmitter valt evenwel niet af te leiden welke boodschap deze overbrengt. Het signaal is slechts afhankelijk van de specifieke kenmerken van de receptoren.

Door de grote variëteit (naar aard en werking) van de receptoren kan met een relatief klein aantal transmitters worden volstaan om een breed spectrum aan synaptische effecten te bereiken. Omdat het zenuwstelsel zoveel celtypen heeft en variatiemogelijkheden op moleculair niveau, is het meer dan enig ander orgaan kwetsbaar voor stoornissen. Het is vooral de chemische transmissie – en afwijkingen daarin – die aan de basis ligt van veel neuropsychiatrische stoornissen. De functionele onderscheidingen van de diverse onderdelen van het neuron zijn daarom van groot belang voor de klinische praktijk. Zo kan de kennis van de enorme variëteit aan ionkanalen op de zenuwcellen leiden tot de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen die in staat zijn in specifieke hersendelen de werking van deze kanalen te beïnvloeden. Hoe concreter het inzicht in het te beïnvloeden systeem, hoe groter de kans dat

werkzame geneesmiddelen kunnen worden ontworpen met zo min mogelijke bijwerkingen. Medicijnen (of drugs) die sterke gelijkenis vertonen met de normale transmitters kunnen de werking daarvan nabootsen. Linus Pauling (1901-1994) ontwikkelde in 1949 het concept van de ‘moleculaire ziekte’. De ziekte van Parkinson was de eerste zenuwziekte waarvan de moleculaire basis, een defect in het metabolisme van dopamine in de basale ganglia, kon worden vastgesteld.

Integratie van informatiestromen

De talloze neuronen in de afzonderlijke hersengebieden zijn door hun onderlinge informatieoverdracht in staat complexe mentale functies voort te brengen. Hiervoor is in het bijzonder de integratie van informatie vanuit diverse corticale gebieden vereist. Voor de onderzoekers ligt er de taak uit te zoeken hoe de – parallelle en gedistribueerde – informatieverwerking plaats vindt en hoe de hersenen in staat zijn een coherente samenhang te bewerkstelligen. Uit het onderzoek is gebleken dat percepties de resultaten zijn van *actieve constructies* door het brein. Ze zijn dus geen afspiegelingen van de werkelijkheid - ze bestaan niet buiten het brein om. De cortex construeert een beeld van bepaalde aspecten van de werkelijkheid uit allerlei brokstukjes informatie die via de zintuigen tot ons komen. Eerst wordt deze ontleed in afzonderlijke dimensies en in aparte, parallel geschakelde circuits verwerkt. Vervolgens brengt het brein de – getransformeerde – informatie weer bijeen. De ‘beeldvormende techniek’ van het brein gaat dus via de weg van de abstractie.

Voor onderzoekers is de oplossing van het *binding problem*, dat wil zeggen de manier waarop de hersenen in staat zijn afzonderlijke informatiestromen tot een coherent geheel te breien en zich van die eenheid ‘bewust’ zijn, een enorme opgave. Welk mechanisme zorgt ervoor dat de hersenen op hetzelfde moment uit diverse regio’s op een ‘zinnvolle’ manier informatie met elkaar in verband kunnen brengen? Vermoedelijk kunnen de hersenen de binding tot stand brengen door gerichte aandacht, door een *spotlight of attention*. Maar met het bedenken van een geschikte metafoor is natuurlijk nog geen verklaring gegeven.

Het onderzoek naar de integratie van informatiestromen is in deze tak van wetenschap begonnen met het werk van John Hughlings Jackson (1835–1911). Hij kwam met het idee dat de cortex hiërarchisch is georganiseerd en dat specifieke gebieden (zoals in het bijzonder de prefrontale cortex) zich hoofdzakelijk bezighouden met de integratie van informatie op hoog niveau: interpretatie, associatie, aandachtsvorming, exploratie en de omzetting daarvan in gemotiveerde handelingen. Later onderzoek bevestigde zijn intuïtieve gedachten en leidde tot de onderscheiding van de diverse functionele gebieden van de cerebrale cortex, aangeduid als primaire, unimodale en multimodale cortex. Inmiddels is goed vastgesteld dat de prefrontale associatiecortex betrokken is bij de planning (en verstoring daarvan) van menselijk gedrag. Jackson was ook de eerste die het concept van een coherent ‘zelf’ in de neurologie introduceerde. Hij zag (het bewustzijn daarvan) dit niet als het resultaat van de werking van een afzonderlijk systeem, maar als een emergente eigenschap van de interactie van de diverse associatiecortices. Verstoringen in de uitwisseling van informatie leidden zo dacht hij, naar later bleek terecht, tot vormen van dissociatie.

Het adagium van Kandel et al is dat het onderzoek van de geest moet beginnen met het onderzoek naar de hersenen. De neurale wetenschap gaat ervan uit dat alle mentale processen biologisch zijn en dat elke verandering in die processen onherroepelijk organisch is. Alledaagse gebeurtenissen, zoals sensorische stimulatie of deprivatie en leren, verzwakken of

versterken aantoonbaar de synaptische verbindingen. Kennis van dit mechanisme verschaft inzicht in psychiatrische stoornissen. Zowel psychofarmaca als psychotherapie kunnen fysiologisch aantoonbare veranderingen in het zenuwstelsel veroorzaken. Hersenscans kunnen in de toekomst niet alleen gebruikt worden voor diagnostiek, maar ook om de vooruitgang van behandeling te registreren. Ook de toekomstige mogelijkheid om kennis te kunnen nemen van het gehele menselijke genoom biedt een nieuw perspectief om menselijk gedrag te analyseren. In het verlengde daarvan zullen kennis en interventietechnieken van de geneeskunde, waaronder neurologie en psychiatrie, toenemen.

Boek van formaat

Een overzichtswerk dient als een gezaghebbende introductie op het vak en als naslagwerk. Het moet de *state of the art* presenteren en geschikt zijn voor opleiding en nascholing. *Principles of Neural Science* scoort hoog op alle criteria waaraan een goed overzichtsboek moet voldoen. Er is tussen de hoofdstukken, vooral in de beginnende, enige overlap. Maar de tekst is in zijn geheel consistent en lang niet alle overlap stoort: de lezer krijgt het gevoel de stof te begrijpen. Het boek is op zijn sterkst op het basale, moleculair biologische gebied: de structuur en werking van de neuronen. De hoofdstukken over schizofrenie, depressie, Alzheimer zijn goed, maar zijn als zelfstandige introductie te mager zodat hiervoor naar andere boeken moet worden uitgeweken.

Elk deel begint met een helder redactioneel; elk hoofdstuk volgt hetzelfde ritme van een vooruitblik en een afsluitend overzicht. Omdat de hoofdstukken qua opbouw en stijl zoveel op elkaar lijken valt het lezen van 1400 bladzijden wel mee. Je raakt steeds meer met het boek vertrouwd. Je voelt als lezer ook steeds beter aan dat moeilijke passages in de schitterend uitgevoerde boxen nog eens nader worden toegelicht. De honderden illustraties (schema's) geven de lezer volop de gelegenheid bepaalde samenhangen ook op een andere manier tot zich te nemen. Ook het register is voldoende uitgebreid om snel bepaalde passages op te zoeken.

Het boek komt over als een dicht gesponnen maar toch transparant netwerk. Er zijn voldoende doorverwijzingen. De verbinding met andere overzichtswerken is helaas achterwege gebleven. Het zou een kleine moeite zijn om bij de beknopte behandeling van onderwerpen die buiten het directe bereik van dit boek vallen door te verwijzen naar andere werken, zoals dat van Gazzaniga (*The new cognitive neurosciences*), Charney et al (*Neurobiology of mental illness*) of Bloom & Kupfer (*Psychopharmacology*). Het plezierige aan dit boek was voor mij dat deze stof valt uit te leggen. Iedereen met VWO (profiel natuur en gezondheid) en doorzettingsvermogen kan zich deze materie eigen maken. Het boek is zo goed geschreven dat er geen extra hulpmiddelen voor nodig zijn. Veel hoofdstukken kunnen bovendien los van de volgorde waarin ze staan opgenomen gelezen worden. Dit heeft als voordeel dat je jezelf af en toe kunt 'verwennen' met een hoofdstuk waarvan het onderwerp je heel erg aantrekt.

Kandel zelf heeft als auteur of co-auteur 20 hoofdstukken op zijn naam staan, met een enorme variëteit aan onderwerpen. De hoofdstukken die hij alleen heeft geschreven verschaffen de lezer veel leesgenot. Voor mij is een goede hoogleraar iemand die de meest ingewikkelde zaken zo duidelijk mogelijk kan uitleggen. Hij of zij moet je als lezer of toehoorder het *gevoel* geven dat je het zelf ook zou kunnen. Deze vakbekwaamheid, waaraan natuurlijk vooraf gaat dat de leraar de stof volledig beheerst, bezit Kandel. Meer dan dat. Hij

weet je enthousiast te maken. Door zijn integrerend vermogen is hij in staat een realistisch perspectief te schetsen van de praktische betekenis van zijn werk en dat van anderen. Zijn vraagstelling is net iets ruimer dan die van de meeste van zijn collega's. Zijn toekomstbeeld reikt verder en zijn werk is daardoor ook relevanter.

Het is te verwachten dat dit boek over enkele jaren weer aan vernieuwing toe is. Mogelijk vindt dan al een integratie met internet (beeld en geluid) plaats. Al was het maar om de driedimensionale structuur van de hersenen beter in beeld te brengen. Zal het overzichtswerk daarmee verdwijnen? Uit het oogpunt van fysieke belasting – avond na avond bijna drie kilo op je schoot – zou de integratie met elektronische media te wensen zijn.

Relevantie voor de GGZ

Welke betekenis heeft dit boek voor de medewerkers in de geestelijke gezondheidszorg? Uiteraard is het geschikt voor opleidingen en deskundigen. Daar is het bestaan van dit boek (of eerdere edities) al lang bekend. Hiernaast is dit boek zeker voor academici in de GGZ-wereld van belang als onderdeel van hun *education permanente*. De betekenis van de biologische basiswetenschappen neemt in de GGZ toe. De levensloop van Kandel is ook die van de psychiatrie in het algemeen. Een route die loopt via de omarming van de psychoanalyse naar de basis, het brein en de elementaire bestanddelen. Om daarna – gelouterd, maar ingetogen, terug te keren bij het oude nest. Kandel heeft zijn belangstelling voor de psychoanalyse niet verloochend. In een tweetal indrukwekkende artikelen in het *American Journal of Psychiatry* (1998, 1999) stelde hij een nieuw intellectueel kader voor de psychiatrie voor en riep hij op de psychoanalyse uitgaande van de nieuwe biologische inzichten te herformuleren.

Zeker in de afgelopen tien jaar is de kennis over ons brein enorm toegenomen. De belangrijkste resultaten liggen voornamelijk op het fundamentele vlak. Toch schuilt daarin de grootste belofte. Op diverse plaatsen verwijzen de auteurs naar de relevantie van de ontdekkingen van bepaalde moleculaire en cellulaire processen voor de diagnostiek en behandeling van neurologische en psychiatrische stoornissen. Het ondersteunt mijn opvatting dat er niets zo praktisch is als fundamenteel onderzoek. De resultaten van de afgelopen eeuw zijn echter slechts een opstapje naar de inzichten en toepassingsmogelijkheden die we in de 21^e eeuw mogen verwachten. De stap van het inzicht in de structuur en werking van een neuron, via algemene inzichten over neurale circuits, naar het begrijpen van het ontstaan van de inhoud van het menselijk 'bewustzijn' is nog veel te groot. Het neurowetenschappelijk onderzoek naar het bewustzijn is weliswaar gaande, maar een doorbraak valt in dit onderzoek nog niet te verwachten. Niet voor niets is in dit boek het neurobiologisch onderzoek naar het bewustzijn (door co-redacteur James H. Schwartz) slechts in een *appendix* behandeld.

Tot slot

Tot nog toe heeft de Nobelprijstoekenning aan Kandel in de Nederlandse GGZ niet of nauwelijks tot reacties geleid. Ik vind dat teleurstellend. Ik heb de indruk dat de maalstroom van organisatieveranderingen in deze sector het zicht op wetenschappelijke vooruitgang vertroebelt. De publicatie van de nieuwe editie van het overzichtswerk heeft niet geleid tot een run op de boekwinkels. Geheel ten onrechte. Ons vakgebied moet het hebben van pioniers

zoals Kandel en van studieuze hulpverleners die bereid zijn zich te verdiepen in de resultaten van wetenschappelijk onderzoek.

LITERATUUR

Eric R. Kandel (1998) A New Intellectual Framework for Psychiatry. *Am. J. Psychiatry* 155, 457-469.

Eric R. Kandel (1999) Biology and the Future of Psychoanalysis: A New Intellectual Framework for Psychiatry Revisited. *Am. J. Psychiatry* 156, 505-524.

Eric R Kandel, James H Schwartz & Thomas M Jessell (eds.) (2000) *Principles of Neural Science*. Vierde editie. New York: McGraw-Hill.