

DE SNELHEID VAN ONZE GEDACHTEN.

DOOR

DR. T. C. WINKLER.

»Zoo snel als de gedachte» zegt men wel eens, om iets wat heel schielijk gebeurd is te kenschetsen. Die snelheid der gedachte te meten, zal den meesten wel ondoenlijk schijnen. De ondervinding leert ons echter dat het gewone denken eenigen tijd in beslag neemt. Zoodra evenwel als onze gedachten, ons denken, in verband gebracht wordt met zeer teedere, gevoelige instrumenten en nauwkeurige berekeningen, wordt het ons duidelijk dat de tijd, die er tot denken noodig is, wel degelijk waard is gekend te worden. Een bekend voorbeeld hiervan is de zoogenoemde »persoonlijke equatie» of »persoonlijke fout» der sterrekundigen. Als een sterrekundige de beweging van een ster waarneemt, en hij een tik, van een pendule bijv., hoort op het oogenblik waarop het hem toeschijnt, dat de ster een draad kruist, bespeurt men dat er altijd een bepaalde fractie van een seconde verloopt tusschen het samenvallen van ster en draad op het netvlies van het oog des waarnemers en het hooren van den tik — een fractie, die bovendien verschilt bij verschillende waarnemers, en zelfs bij den zelfden waarnemer in verschillende zielstoestanden.

Een typische lichamelijke daad of handeling, insluitende een verstandswerking of mentale werking kan beschouwd worden als te bestaan uit drie deelen of termen: 1. gewaarwordingen die naar de hersenen gaan; 2. processen die daardoor in de hersenen worden opgewekt; 3. de daardoor ontstane impulsien tot bewegingen of werkingen, gaande van de hersenen naar de spieren, die gebruikt moeten worden. Wij moeten nu eerst zien hoeveel tijd er in elk van deze drie ge-

vallen verbruikt wordt, om daarna te trachten de snelheid te meten van de verschillende graden en deelen, waarin elke term verder wordt verdeeld.

De snelheid van de bewegings-impulsie is verre nog de eenvoudigste van alle drie, en is reeds vrij goed bekend. Wij kunnen, bijvoorbeeld, verzekeren dat in een kikvorsch een bewegings-impulsie, de boodschap van den wil naar de spier, gaat met een snelheid van ongeveer 28 meter in de seconde, terwijl in den mensch omstreeks 33 meter in de seconde worden afgelegd. De wijze waarop men dit alles is te weten gekomen, kan het eenvoudigst volgenderwijs beschreven worden:

De spier die in den kikvorsch de kuit van het been uitmaakt, kan geprepareerd worden met ongeveer twee duim van haar eigene zenuw er nog aan vast zittend. Als dicht aan de spier een galvanische stroom door deze wordt gebracht, wordt er een aandrift tot beweging, een bewegings-impulsie opgewekt in de zenuw, waarop een samentrekking, contractie, van de spier volgt. Tusschen het juiste oogenblik, waarop de stroom in de spier komt, en het juiste oogenblik waarop de spier begint samen te trekken, verloopt zekere tijd. Die tijd nu wordt op de volgende wijs gemeten. Een zwart gemaakte glazen cylinder, zóó ingericht dat hij zeer snel kan omwentelen, is voorzien van twee zeer dunne, kleine hefboomen, wier punten op een bepaalden, kleinen afstand van elkander geplaatst, de zwartgemaakte oppervlakte aanraken. Zoolang die hefboomen volkomen bewegingloos blijven, maken zij op den ronddraaienden cylinder twee horizontale, parallelle, onafgebroke lijnen; elke beweging van elk der hefboomen wordt oogenblikkelijk aangetoond door een opwaartsche (of benedenwaartsche) afwijking van de horizontale lijn. Verder zijn die hefboomen zoo gesteld, dat de eene bewogen wordt door de intrede van den galvanischen stroom, hetwelk aanleiding geeft tot het ontstaan van de bewegingsimpulsie in de zenuw, terwijl de andere hefboom bewogen wordt door de spier, terstond als zij begint zich samen te trekken, wat dus het begin van de spiercontractie te kennen geeft. De richting waarin de cylinder rondwentelt in acht nemende, ziet men dat het merk van het ontstaan van de bewegings-impulsie steeds een weinig verwijderd is van het merk van de spiercontractie: er behoeft nu nog slechts te worden nagegaan aan welke tijdruimte die afstand op den cylinder beantwoordt. Kenden wij nauwkeurig de omwentelings-snelheid van den cylinder, dan kon dit berekend worden, doch het

is gemakkelijker een trillende stemvork van een bekende toonhoogte zeer licht den cylinder te doen aanraken, boven of tusschen de twee hefboomen. Als nu de cylinder omwentelt en de stemvork tevens trilt, zal de laatste op de eerste een horizontale lijn maken, bestaande uit kleine eenvormige golfjes, beantwoordende aan de trillingen van de stemvork. Wij kunnen nu het getal der golven tellen in de ruimte gelegen tusschen de twee merken, die door de hefboomen zijn gemaakt. Dit getal is dus het aantal trillingen die door de stemvork in den tusschentijd zijn gemaakt; wetende hoeveel trillingen de stemvork in een seconde maakt, kunnen wij gemakkelijk tellen aan welk breukdeel van een seconde het getal van de getelde trillingen beantwoordt. Als dus de stemvork 100 maal in een seconde trilt, en wij in de tusschenruimte tusschen de merken van de beide hefboomen 10 golven tellen, dan kunnen wij zeggen, dat de tijd tusschen de twee merken, dat is de tijd tusschen het ontstaan van de bewegings-impulsie en het begin van de spier-samenrekking, $\frac{1}{10}$ van een seconde bedraagt.

Dit nu wetende, moeten wij de proef herhalen, nauwkeurig op de zelfde manier, behalve dat de galvanische stroom nu gericht wordt op de zenuw niet dicht aan de spier, maar zoo ver af als mogelijk is op het verste punt van de twee duim lange zenuwstomp. De bewegings-impulsie moet dan door die twee duim zenuw gaan, voor dat zij het punt bereikt, waar zij in de vorige proefneming haar werking begon. Wij zien nu dat de tijdruimte, die verlopen is tusschen den aanvang van de bewegings-impulsie en het begin van de spier-contractie, in dit geval grooter is dan in het voorafgaande. Stel dat de cylinder $\frac{2}{20}$ van een seconde aangeeft, dan leiden wij daaruit af dat de bewegings-impulsie $\frac{1}{10}$ van een seconde nodig had om door de twee duim zenuw te gaan, dat is te zeggen: de snelheid, waarmede zij voortging, was één duim in $\frac{1}{20}$ van een seconde. In de voorgaande proef was zij $\frac{1}{10}$ van een seconde, namelijk toen de zenuw korter was, of eigenlijk niet in haar verloop in werking gesteld werd.

Door zulke proefnemingen nu is het bewezen, zooals wij boven reeds met een enkel woord zeiden, dat de impulsie tot het maken van een beweging door de zenuwen van een kikvorsch gaat met een snelheid van 28 meter in de seconde en van 33 meter in de seconde door den arm van een levend mensch. Dit is dus ongeveer 100 voet in de seconde, een snelheid die door vele vogels vliegende wordt overtroffen, die bijna bereikt wordt door den loop van vlugge vier-

voeters, en zelfs door den mensch in de bewegingen van zijn arm, en die oneindig langzamer is dan het verloop van een galvanischen stroom. Doch dit was te verwachten, volgens hetgeen wij weten van de samengestelde natuur van zenuwwerking. Als een zenuw-impulsie, door den wil of door andere middelen opgeroepen, door een zenuw gaat, ontstaan er op elke stap vele moleculaire veranderingen, niet slechts van electrischen, maar ook van scheikundigen aard; de overeenkomst of analogie van den doortocht is niet juist gelijk aan dien van een eenvoudigen galvanischen stroom, eerder aan dien van een telegraphisch bericht langs een lijn, bijna geheel samengesteld uit herhaling-stations. Bovendien heeft men bevonden dat de snelheid van de impulsie in zekere mate afhangt van hare kracht of intensiteit: zwakke impulsien, opgewekt door geringe oorzaken, gaan langzamer dan sterke.

De samentrekking van een spier verschaft ons een uitmuntend objectief teeken van het feit, dat de bewegings-impulsie tot haar bestemming is gekomen; en daar alle spieren in dit opzicht vrij gelijk zijn, vertoonen ook de uitkomsten, die door verschillende waarnemers verkregen zijn, een merkwaardige overeenstemming. Met de snelheid van gewaarwordingen of gevoeligheids-impulsien is het een heel ander geval; hier hebben wij geen objectief teeken, dat de gewaarwording de hersenen heeft bereikt, en moeten wij ons dus met gissingen behelpen. Wij kunnen, bij voorbeeld, volgenderwijs redeneeren: Onderstel dat door een galvanischen schok een indruk wordt gemaakt op de huid van het voorhoofd en dat de persoon, die hem gevoelt, in eens een signaal geeft door het sluiten of afbreken van een galvanischen stroom. Het is zeer gemakkelijk beide stroomen in contact te brengen met een omwentelenden cylinder en hefboomen, zoodat wij door middel van een stemvork den tijd kunnen schatten, die er verloopt tusschen den schok gegeven aan het voorhoofd en het maken van het signaal. Wij zullen dan den geheelen »physiologischen tijd» zooals die geheeten wordt, verkrijgen, die vereischt wordt voor den tocht van de gewaarwording van het voorhoofd naar de hersenen, voor de daardoor ontstane hersenwerking, insluitende het aanvangen van een wils-impulsie, en voor den doorgang van de impulsie door de zenuw van den arm en de hand, tegelijk met de spier-samentrekkingen, die het signaal maken. Wij kunnen dit alles dan herhalen, precies zooals te voren, maar met dit onderscheid dat de schok voortgebracht wordt op den voet in plaats van op het voorhoofd. Nu bevindt men

dat de gansche physiologische tijd grooter is in het tweede geval dan in het eerste. Het onderscheid is te verklaren door dat in het eerste geval de schok een korten weg, van het voorhoofd tot de hersenen, doorloopt en in het tweede geval een langeren weg, van den voet tot de hersenen. Wij mogen daaruit dus besluiten dat die langere tijd besteed wordt aan den loop der gewaarwording door de lengte, met welke de gevoelszenuwen van den voet die van het voorhoofd overtreffen. En hieruit kunnen wij de snelheid berekenen, waarmede de gewaarwording voortschrijdt.

Ongelukkig evenwel zijn de resultaten, die door deze methode verkregen zijn, in geen en deele overeenstemmend. Zij verschillen zelfs van 26 tot 94 meter per seconde. Doch dit is ook wel te begrijpen. De huid is niet op alle plaatsen even gevoelig, de zelfde prikkel kan een zwakken schok verwekken op de eene plaats en een sterkeren op een andere, naarmate hij langzamer of schielijker werkt. Verder, de zielswerkingen, noodig tot het maken van het signaal, kunnen sneller geschieden in verband met gewaarwordingen in het eene deel van het lichaam, dan in het andere. Waarlijk, er zijn zooveel verschillen in de gegevens voor de berekening, dat, ofschoon de tot heden gedane waarnemingen schijnen aan te toonen, dat gewaarwordings-impulsiën sneller gaan dan bewegings-impulsiën, (44 meter per seconde) wij toch niet zeer zullen dwalen, als wij deze dingen als tot nog toe onbeslist beschouwen.

Door een dergelijke methode van waarnemen zijn er nog heel andere dingen aan het licht gekomen. Zoo, bijvoorbeeld, is het gebleken dat er een verschillende physiologische tijd noodig is voor de gewaarwordingen van het gezicht, het gehoor en het gevoel. Als de indruk gesignaleerd moet worden van een gezien voorwerp, een gehoorde klank en een gevoelden galvanischen schok op het voorhoofd, terwijl in alle drie gevallen het zelfde signaal wordt gegeven, vindt men dat de physiologische tijd het langst is voor het gezicht, korter voor het gehoor en het kortst van allen voor het gevoel. Tusschen het verschijnen van het geziene voorwerp (een electriche vonk, bijvoorbeeld) en het maken of geven van het signaal, verloopt ongeveer $\frac{1}{6}$ seconde; tusschen den klank en het signaal $\frac{1}{5}$ seconde; tusschen den schok en het signaal $\frac{1}{7}$ seconde.

Dat dit waar is, weten wij, maar als wij vragen, »waarom is het zoo? waar, in het geval van het gezicht, heeft de vertraging plaats?» dan stuiten wij in eens op vele moeielijkheden. De verschillen kunnen

zeker niet geweten worden aan verschillen in lengte tusschen de gezichts-, gehoors-, en voorhoofds-zenuwen. De vertraging in het geval van het gezicht, vergeleken met het gevoel, kan plaats grijpen in het netvlies van het oog, gedurende de omzetting van de lichtgolven in gezichts-indrukken, of kan toe te schrijven zijn aan een specifiek lagere mate van geleiding in de gezichts-zenuw, of kan ontstaan in het zenuwmiddenpunt zelf, doordat de lichtindrukken onvolkomen verbonden zijn met het mechanisme van den wil in de hersenen, dat in werking gesteld wordt door het maken van het signaal. WITTICH heeft getracht de eerste dezer vragen op te lossen, door de gezichts-zenuw te prikkelen, niet door licht maar door een galvanischen stroom; hij heeft bevonden dat de physiologische tijd daardoor klaarblijkelijk verkort wordt, terwijl, omgekeerd, door het vervangen van een stoot of een drukking op de huid door een galvanischen schok, de physiologische tijd van het gevoel werd verlengd. Doch er is één element, de intensiteit, hetwelk al deze berekeningen verstoort en dus ons in groote onzekerheid laat. Hoe kunnen wij, bijvoorbeeld, de intensiteit van het zien vergelijken met die van het hooren of van het voelen?

De gemiddelde term van een volledige hersenwerking is ons dus onbekend. Doch wij kunnen, bijvoorbeeld, den tijd kennen, die vereischt wordt voor de hersenwerking noodig om te besluiten tusschen twee of meer dingen, en den wil om te handelen in overeenstemming met de beslissing. Als een galvanische schok wordt gegeven aan den eenen voet, en het signaal moet gemaakt worden met de hand van de zelfde zijde, dan wordt er in die handeling zekere mate van physiologischen tijd verbruikt. Maar als de toestel zoodanig is ingericht, dat de schok kan gegeven worden aan elken voet, en er gevorderd wordt dat de persoon, niet vooraf wetende op welken voet de schok zal komen, het signaal moet geven met de hand van de zelfde zijde als de voet die den schok krijgt, dan blijkt het dat er een duidelijk langere physiologische tijd voor noodig is. Het verschil tusschen de beide gevallen is, volgens DONDEBS, $\frac{66}{1000}$ of ongeveer $\frac{1}{15}$ van een seconde: dit is de tijd, noodig voor de zielswerking om de aangeraakte zijde te erkennen en de zijde voor het signaal te kiezen.

Een dergelijke methode kan gebruikt worden voor het licht. Wij kennen den physiologischen tijd, benoodigd voor het geven van een signaal van een gezien licht. Doch DONDEBS vond dat als de dingen zoo werden ingericht, dat een rood licht moest signaleerd worden

met de linkerhand en een wit licht met de rechterhand, een vermeerdering van den physiologischen tijd van $\frac{154}{1000}$ van een seconde noodig was voor het bijkomende werk. Dit was natuurlijk na een correctie van $\frac{9}{1000}$ van een seconde, voor de meerdere gemakkelijkerheid van het gebruiken van de rechterhand.

De tijd, dus benoodigd voor de erkenning en voor den wil, werd door DONDEERS door het geven van een meer geschikt signaal aangetoond. Het voorwerp, dat gezien werd, was een letter, die plotseling door een electriche vonk werd verlicht. De waarnemer moest den naam van de letter noemen en zijn kreet werd opgeteekend door een phonautograaf, welks rondwentelende cylinder ook gemerkt werd door den stroom, die de electriche vonk deed ontstaan.

Wij mogen met vertrouwen verwachten, dat wij, door op dezen weg van onderzoek voort te gaan, nog vele andere bijzonderheden betreffende de snelheid van onze gedachten zullen te weten komen.
