

WETENSCHAP

HET BREIN Franciscus Donders genoot faam als oogheekundige, maar hij is ook een grondlegger van het hersenonderzoek. Als eerste toonde hij aan dat denken tijd kost. Morgen is het zijn 200ste geboortedag.

tekst **Joep Engels**

De Donderse snelheid van het denken

Het moet een wonderlijke aanblik hebben geboden. Een man zit met ontblote voeten aan een tafel. Daarop staat een vreemde machinerie van batterijen, schakelaars

en seinsleutels. De tenen van de man zijn met elektriciteitsdraden aan het apparaat verbonden. Twee andere mannen bedienen het instrumentarium en maken aantekeningen. Zo nu en dan klinkt het gezoem van een stemvork. Eén van de mannen begint aan een cilinder te draaien waar een pen een spoor in krast. De man aan de tafel beweegt snel met zijn handen, en dan is het afgelopen. De stilte is nog geen seconde onderbroken.

Zo beschrijft de Groningse psycholoog Douwe Draaisma in zijn gedenkschrift een van de experimenten die de Utrechtse fysioloog Frans Donders anderhalve eeuw geleden uitvoerde. Donders wilde weten of hij hersenprocessen kon meten. Preciezer: hij wilde weten hoe lang het duurde om een keuze te maken, of te besluiten een taak uit te voeren. Bijvoorbeeld hoe lang iemand erover deed om na een elektrisch schokje in zijn teen de juiste schakelaar om te zetten.

Dat was midden negentiende eeuw een controversiële gedachte. Gezaghebbende wetenschappers zoals Immanuel Kant beweerden dat zoiets niet te meten was, domweg omdat zo'n hersenproces geen tijd kostte. Gedachten kwamen in een flits tot stand. En als het signaal er al even over deed om de spieren te bereiken, ging dat toch vele malen sneller dan het licht.

Met een lumineus idee bewees Donders hun ongelijk. "Hij gaf mensen niet zomaar een taak waarna hij registreerde hoe lang ze erover deden", vertelt Ardi Roelofs, hoogleraar psychologie aan de Radbouduniversiteit in Nijmegen. "Hij liet ze een taak uitvoeren en dan dezelfde taak nog eens, met één extra opdracht erbij. Door de tijden van elkaar af te trekken, wist hij hoe lang dat ene proces had geduurd. Daar valt over te discussiëren, maar in elk geval toonde hij aan dat dat extraatje tijd kostte."

Het idee van subtractie raakte rond 1900 in de verdrinking. Mentale processen zijn niet lineair, was toen de kritiek. Neem een pianospeler; die moet

Opmerkelijk: Donders zag zichzelf niet als een grondlegger van de hersenwetenschap

Het was een eenvoudig experiment, maar hij toonde ermee aan dat nadenken tijd kost

eerst leren welke toetsen horen bij de noten op het muziekblad, maar na jaren van oefening gaat het als vanzelf. En veel sneller. Maar weer een halve eeuw later, bij de honderdjarige herdenking van zijn proeven was er een revival. Roelofs: "Voor veel mensen waren Donders' experimenten nieuw. 'Oh, met die reactietijden van hem kun je een hoop doen', bedachten ze."

Die opleving uit zich in de naam van het Nijmeegse onderzoeksinstituut voor hersenen, cognitie en gedrag. "We wilden ons met Donders associëren omdat hij wereldwijd bekendstaat als *founding father* van ons vakgebied, de neurowetenschap", heet het op de site van het F.C. Donders instituut. Komen de week viert het instituut met een symposium de tweehonderdste verjaardag van Franciscus Cornelis Donders.

Opmerkelijk genoeg zag Donders zichzelf niet als een grondlegger van de hersenwetenschap. Hij was in de eerste plaats hoogleraar geneeskunde, en later fysiologie aan de Universiteit Utrecht. En hij had zich bekwaamd in de oogheekunde. Hij schreef er een standaardwerk over, waarin hij de verschillen tussen ver- en bijziendheid besprak, en andere oogafwijkingen en -ziektes. Als hoogleraar had hij de supervisie over 44 proefschriften over oogheekunde. Daar stond slechts één dissertatie over mentale processen tegenover.

Zenuwsnelheid

Rond 1850 kreeg Donders belangstelling voor het hersenonderzoek, geïnspireerd door zijn vriend en collega-wetenschapper Hermann von Helmholtz. Het was diens leermeester geweest, Johannes Müller, die had beweerd dat zenuwsignalen vele malen sneller dan het licht gingen. Roelofs: "Dat valt te bezien, dacht Helmholtz. Hij hakte een poot van een kikker af, legde die in een elektrisch circuit en stimuleerde vervolgens op verschillende plaatsen de zenuwbaan. Dat leverde verschillen in reactietijd op, en hij schatte daaruit de zenuwsnelheid op dertig meter per seconde. Dat was redelijk nauwkeurig."

Donders verlegde de aandacht naar hersenprocessen. Hoe snel verliepen die? Hij ontwierp een hele reeks experimenten om dat te meten, zoals de genoemde proef met de elektrische schokjes aan de tenen, maar ook testjes met visuele of akoestische prikkels. Vervolgens breidde hij die proefjes uit met zijn subtractiemethode. Eerst kreeg de proefpersoon te horen of het

De noëmatachograaf, de machine die werd

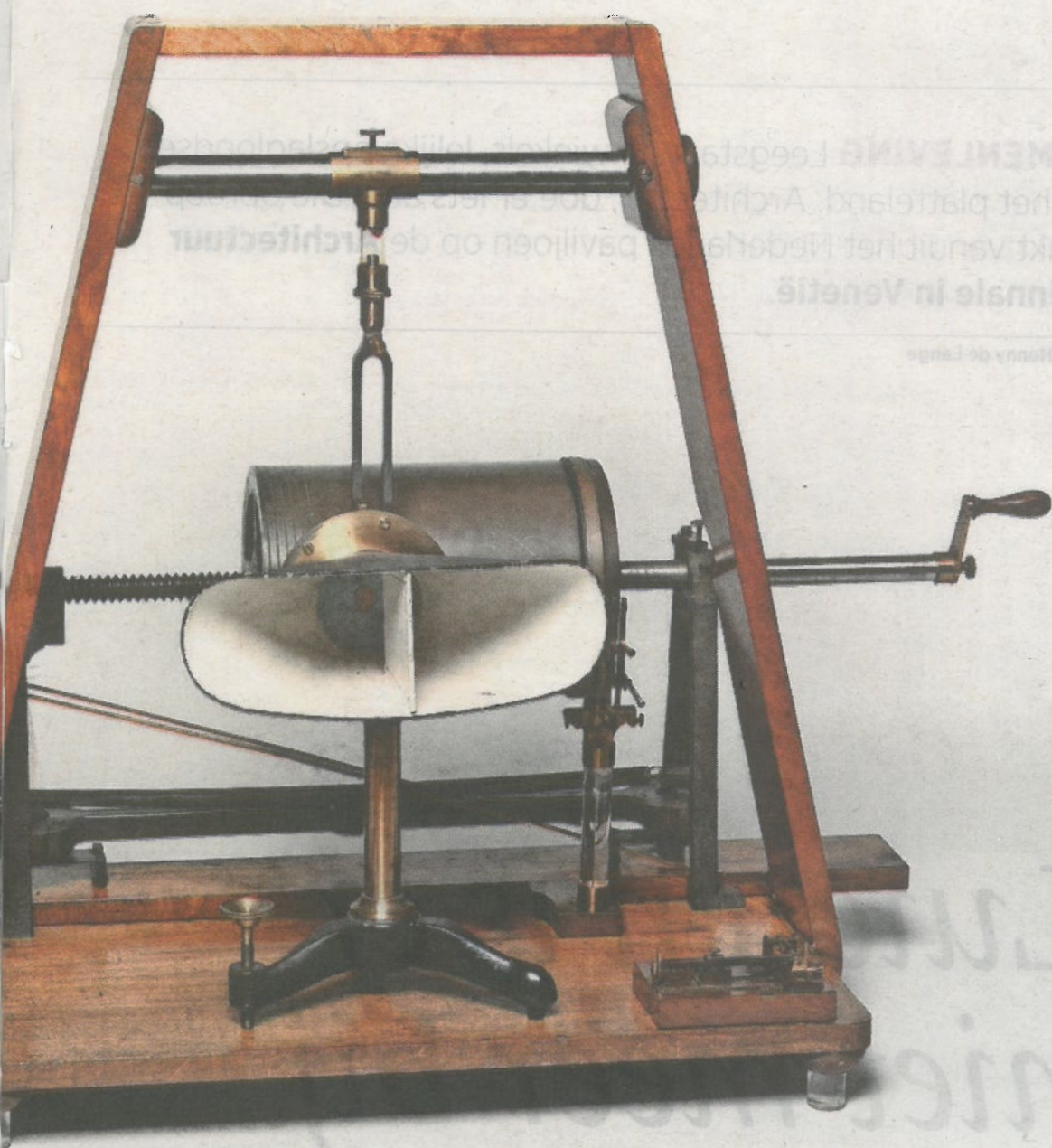
schokje naar zijn linker- of rechterteen werd gestuurd, waarna hij links, dan wel rechts op een knop moest drukken. In de tweede ronde bleef hij in het ongewisse, maar moest hij wel met de goede hand reageren. Het verschil in reactietijd, redeneerde Donders, was de tijd die de proefpersoon nodig had om die keuze tussen links en rechts te maken.

Hij beseftte dat deze proefjes nog te veel vrijheidsgraden hadden waardoor dat verschil onzeker was. Die onzekerheid probeerde hij te verhelpen met een deels zelf bedachte machine. De basis hiervan was een apparaat waarop de Fransman Leon Scott de Martinville in 1857 patent had verkregen. Deze fonograaf bestond uit een grote toeter en een cilinder met beroet papier. Een geluid dat via de toeter binnenkwam, liet een membraan trillen en die trilling werd met een pen op het papier van de draaiende cilinder overgebracht. Het apparaat was in feite de helft van de fonograaf waarmee Edison twintig jaar later geluid kon opnemen én reproduceren.

Donders was gefascineerd door de Franse vinding. Hij kocht zo'n fonograaf en registreerde er allerlei geluiden mee. Muziek, spraak. Na een paar jaar liet hij het apparaat ombouwen voor zijn wetenschappelijke experimenten. Hij zette een schotje in de toeter zodat hij twee (stem)geluiden bijna tegelijk kon opnemen en plaatste er een stemvork op: als hij dit monotone signaal erbij opnam op het roetpapier, had hij een prima indicatie voor de tijd. Hij doopte het geheel de noëmatachograaf, wat zoveel betekende als gedachtensnelheidsschrijver.

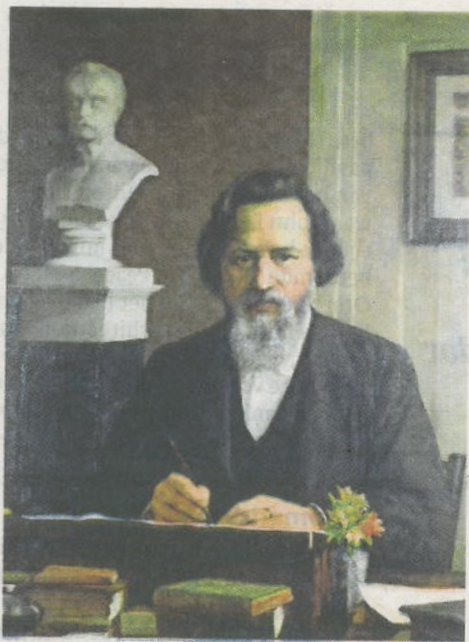
De proeven konden beginnen. In de eerste reeks bracht de ene persoon telkens een klank voort - 'ki' - die de ander zo snel mogelijk moest nazeggen. In reeks twee ging het om meerdere





ontworpen door F.C. Donders. FOTO PETER ROTHENGATTER / HET FOTOATELIER / COLLECTIE UNIVERSITEITSMUSEUM UTRECHT

VAN SEMINARIE TOT OOGSPECIALIST



F.C. Donders, afgebeeld op een schilderij in het bezit van de Universiteit Utrecht.

COLLECTIE
UNIVERSITEITS-
MUSEUM
UTRECHT

Franciscus Cornelis Donders wordt op 27 mei 1818 in Tilburg geboren als jongste kind en enige zoon in een gezin van tien kinderen. Hij krijgt zijn opleiding op de seminaries van Tilburg en Boxmeer, waarna hij zich in Utrecht inschrijft voor een studie geneeskunde. Hij promoveert in Leiden, werkt enige tijd als militair arts tot hij in 1847 wordt benoemd tot buitengewoon hoogleraar geneeskunde in Utrecht. Vanaf 1854 is hij er gewoon hoogleraar.

Na een bezoek aan Londen in 1851 specialiseert hij zich in de oogheelkunde. Hij introduceert in Nederland de oogspiegel, een instrument, uitgevonden door zijn vriend Hermann von Helmholtz, waarmee een arts in het oog van een patiënt kan kijken. Donders wordt een befaamde oogspecialist en richt in 1858, na een opmerkelijke crowdfunding avant la lettre, het Ooglijdersgasthuis in Utrecht op.

Frans Donders was een grote man met een enorm charisma die op zijn zeventigste nog lang zwart haar bezat, zegt Ardi Roelofs. Niet alleen zijn tijdgenoten vonden hem indrukwekkend. Jan en Annie Romein-Verschoor namen hem op in hun werk 'Erflaters van de beschaving'. Frans Donders overleed op 24 maart 1889 in Utrecht.

klanken - 'ki', 'ka' of 'koe' - die moesten worden herhaald, terwijl bij reeks drie alleen de klank 'ki' mocht worden nagezegd. Roelofs: "Het verschil tussen de eerste en de derde reeks was de tijd waarin iemand bedacht óf hij wat moest zeggen. Hij wist vooraf al dat het 'ki' zou moeten worden. Het verschil tussen twee en drie was de tijd waarin iemand koos voor wát hij zou zeggen."

Het was een eenvoudig experiment, maar Donders toonde ermee aan dat nadenken tijd kost. Zijn student Johan Jacob de Jaager promoveerde in 1865 op een deel van het onderzoek, drie jaar later vatte Donders het nog eens samen in een wetenschappelijk artikel.

Daar liet hij het bij. Het idee om de snelheid van denken te meten werd opgepikt door Wilhelm Wundt, algemeen beschouwd als een van de grondleggers van de experimentele psychologie. Wundt richtte in Leipzig een heel laboratorium in met apparaten om mentale processen te meten, dat duidelijk op Donders' pionierswerk is geënt.

Kraambed

In zijn gedenkschrift suggereert Douwe Draaisma dat bij Donders privé-omstandigheden hebben meegespeeld. In 1870, twee jaar na de publicatie, overlijdt zijn enige dochter in haar kraambed. Hoe dan ook, bij de festiviteiten rond zijn zeventigste verjaardag in 1888 en bij zijn dood een jaar later wordt slechts zijdelings verwezen naar zijn onderzoek van hersenprocessen.

Pas een eeuw later komt zijn subtractiemethode weer tot leven, zegt Roelofs. "Moderne technieken zoals de Pet-scan en fMRI maken ervan gebruik. Het verschil: Donders trok resultaten van elkaar af om de tijdsduur van een hersenproces te meten. Die technieken meten veelal de bloedtoevoer. Het verschil tussen een foto met of zonder specifiek proces geeft dan aan waar in het brein het proces wordt uitgevoerd."