





LEUVEN BRAIN INSTITUTE

# Breinwonder Wonder Brain

De verborgen wereld  
van onze hersenen in beeld

The hidden world  
of the brain visualised

**Lannoo  
Campus**

Vormgeving omslag en binnenwerk: Paul Verrept  
Copywriting: Sven De Potter | TienTonTaal  
Beeldredactie: Hein van Putten | Hendrik de Tiende

© Mathieu Vandenbulcke, Ann Van der Jeugd  
en Uitgeverij Lannoo nv, Tielt, 2026.

Uitgeverij LannooCampus maakt deel uit van Lannoo  
Uitgeverij, de boeken- en multimediativisie van  
Uitgeverij Lannoo nv.

Alle rechten voorbehouden.

Niets van deze uitgave mag verveelvoudigd worden en/of openbaar gemaakt, door middel van druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Tekst- en datamining is niet toegestaan. De uitgever heeft er zorgvuldig op toegezien dat voor alle gebruikte beelden de nodige rechten zijn verkregen. Indien u desondanks meent dat u ten onrechte niet bent vermeld, wordt u verzocht contact op te nemen met de uitgever.

Uitgeverij LannooCampus  
Vaartkom 41 bus 01.02      Postbus 23202  
3000 Leuven                      1100 DS Amsterdam  
België                                Nederland

Cover and interior design: Paul Verrept  
Copywriting: Sven De Potter | TienTonTaal  
Image editing: Hein van Putten | Hendrik de Tiende  
Translation: AKIRA Translations

© Mathieu Vandenbulcke, Ann Van der Jeugd  
and Lannoo Publishers nv, Tielt, 2026.

LannooCampus Publishers is a subsidiary of Lannoo Publishers,  
the book and multimedia division of  
Lannoo Publishers nv.

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced and/or made public, by means of printing, photocopying, microfilm or any other means, without the prior written permission of the publisher. Text and data mining is not permitted. Every effort has been made to trace copyright holders. If, however, you feel that you have inadvertently been overlooked, please contact the publishers.

LannooCampus Publishers  
Vaartkom 41 box 01.02      P.O. Box 23202  
3000 Leuven                      1100 DS Amsterdam  
Belgium                            The Netherlands

## Het brein in beeld | The brain in focus — 9

### 1. Zien wat nooit zichtbaar was

#### 1. Seeing something that has never been visible — 13

Hoe Vesalius kunst en wetenschap verbond  
How Vesalius brought together art and science — 18

Wittestofbanen  
White Matter Atlas — 22

Kunst of biologie? Een fruitvliegenbrein in 3D  
Art or biology? A fruit fly brain in 3D — 26

De magneet ontbloot het brein: MRI  
The magnet that exposes the brain: MRI — 30

$E=mc^2$  in het brein: nucleaire beeldvorming  
 $E=mc^2$  in the brain: nuclear imaging — 34

Horen en het brein  
Hearing and the brain — 38

Het oog als venster op het brein  
The eye as a window into the brain — 42

Rivieren van het brein  
Rivers in the brain — 46

Kleur bekennen in het muizenbrein  
Recognising colour in the mouse brain — 50

---

### 2. De bouwstenen van het denken

#### 2. The building blocks of thought — 53

Hoe een vissenbrein en AI ons helpen het menselijk brein te begrijpen  
How a fish brain and AI are helping us to understand the human brain — 58

Het brein op een presenteerblaadje  
The brain on a silver petri platter — 62

De bits en bytes van de hersenen  
The brain's bit and bytes — 66

Ontwikkeling van het brein van octopussen  
Octopus brain development — 70

Een menselijke interactie in een muizenbrein  
A human dialogue inside a mouse brain — 74

De verborgen structuren van het brein: een blik op de celmembraan  
The hidden structures of the brain: a look at the cell membrane — 78

---

### 3. Waar mens en machine elkaar ontmoeten

#### 3. Where man meets machine — 81

Het elektrische brein: interacties met elektroden  
The electrical brain: interactions with electrodes — 86

Het brein in virtual reality  
The brain in virtual reality — 90

Brain-on-a-chip effent de weg naar een gepersonaliseerde behandeling van parkinson  
Brain-on-a-chip paves the way for a personalised treatment for Parkinson's disease — 94

---

### 4. Wanneer het brein ontregeld raakt

#### 4. When the brain falls out of balance — 97

De microkosmos onder de microscoop: anatoompathologie  
The microcosm under the microscope: anatomical pathology — 102

Broze, bruisende breinen  
The fragility of a creative brain — 106

Tussen muis en mens  
Between mouse and human — 110

Het plastische brein: hoe onze hersenen zich blijven aanpassen  
The plastic brain: how our brains keep adapting — 114

Parkinson: ingenieus knip- en plakwerk  
Parkinson's disease: clever cutting and pasting — 118

De kleur van een beroerte  
The colour of a stroke — 122

Het verschil tussen depressie en dementie in beeld  
Visualising the difference between depression and dementia — 126

Een mini-vissenbrein met menselijke hersencellen  
A mini fish brain with human brain cells — 130

Een kleurrijke kaart van slaap in de hersenen  
A colourful map of sleep in the brain — 134

Lichtgevoelig: psychiaters, patiënten, portretten  
Photosensitive: psychiatrists, patients, portraits — 138

---

## 5. Hoe we waarnemen, leren en betekenis geven

### 5. How we perceive, learn and make meaning — 141

Kunst en het brein  
Art and the brain — 146

Dyscalculie: kortsluiting in het brein  
Dyscalculia: a short circuit in the brain — 150

Dwaaltuinen en doolhoven  
Wandering gardens and mazes — 154

Waar brein en muziek elkaar raken  
Where brain and music meet — 158

Dyslexie vroegtijdig opsporen  
Early detection of dyslexia — 162

Gezichtsherkenning in het brein  
Facial recognition in the brain — 166

---

Leuven Brain Institute — 170  
Credits en verantwoording / Credits and acknowledgements — 173  
Eindnoten / Endnotes — 176



LOCATIES VAN ELEKTRODEN die diep in de hersenen van patiënten met therapieresistente epilepsie zijn geïmplanteed. Elke witte stip stelt een contactpunt voor dat hersenactiviteit kan registreren; gekleurde gebieden tonen onderzochte hersenregio's, waaronder de prefrontale cortex, insula en hippocampus.

LOCATIONS OF ELECTRODES implanted deep in the brains of intractable epilepsy patients. Each white dot represents a single contact capable of recording brain activity; colored areas show regions studied, including the prefrontal cortex, insula and hippocampus.

## Het brein in beeld

HET BREIN SPREEKT TOT ONZE VERBEELDING. Hoe ziet die verborgen wereld eruit, waar gedachten en gevoelens ontstaan, waar herinneringen worden gevormd en ons bewustzijn wortelt? En hoe verandert dat landschap wanneer het evenwicht verstoord raakt? Dit boek zoekt naar een antwoord op die vragen – niet met woorden, maar met beelden.

In dit boek nemen we je mee door een gelaagde microkosmos, met beelden die niet alleen wetenschappelijk waardevol zijn, maar ook esthetisch verbluffend. Ze wekken verwondering op en nodigen uit om anders te kijken naar wat zich in ons hoofd afspeelt. Is het kunst, of een beeld van het brein? Die vraag hebben we ons tijdens het samenstellen van dit boek vaak gesteld. Je zult merken dat de zogenoemde grijze massa, eenmaal in beeld gebracht, een verrassend kleurrijk universum vormt.

De zogenoemde grijze massa vormt, eenmaal in beeld gebracht, een verrassend kleurrijk universum.

## The brain in focus

THE BRAIN CAPTURES OUR IMAGINATION. What does that hidden world look like, where thoughts and feelings come into being, memories are formed and consciousness takes root? And how does that landscape change when its equilibrium is disturbed? This book seeks to answer those questions – not in words, but through images.

This book takes you through a multilayered microcosmos, with images that are not only scientifically revealing but aesthetically stunning as well. They inspire wonder and invite us to look differently at what is happening inside our heads. Is it art, or an image of the brain? We asked ourselves that question many times while compiling this book. You will find that the so-called grey matter, once visualised, forms a surprisingly colourful universe.

The so-called grey matter, once visualised, forms a surprisingly colourful universe.

We nemen je mee in de wereld van neuronen, gliacellen, netwerken en zenuwbanen. Je krijgt een unieke inkijk in het brein bij aandoeningen zoals Alzheimer. We tonen hoe hersenen zich anders ontwikkelen bij bijvoorbeeld dyscalculie, en hoe psychische kwetsbaarheid soms samengaat met creativiteit. Je ontdekt dat het brein een elektrisch orgaan is, en hoe mensen, muizen, fruitvliegjes en zelfs inktvissen ons iets leren over de bouw en de werking ervan.

Als er een draad door dit boek loopt, dan is het deze: het zichtbaar maken van het onzichtbare. We baseren ons op technieken die steunen op fundamentele natuurkundige inzichten en vernuftige technologieën. Ze laten ons steeds dieper in het brein kijken en bieden een steeds scherpere blik op wat het brein tot brein maakt. Het resultaat is de vrucht van een intense samenwerking tussen artsen, fysici, biologen, ingenieurs en datawetenschappers. Hersenonderzoek is teamwork, over disciplines en grenzen heen. En laat dat nu net het kloppende hart – en de kernmissie – van het Leuven Brain Institute zijn.

*Breinwonder is een ode  
aan het brein én aan de mensen  
die het onderzoeken.*

Verwacht in dit boek geen lineair breinverhaal, noch een handleiding tot het brein. De verschillende thema's vormen eerder een caleidoscoop van onderzoekslijnen waarin de LBI-wetenschappers zich vandaag verdiepen. *Breinwonder* is een ode aan het brein én aan de mensen die het onderzoeken. Het is een uitnodiging tot verwondering, bewondering en nieuwsgierigheid. Wij hopen dat de beelden in dit boek je raken, inspireren en – wie weet – je doen verlangen om zelf mee te zoeken naar de geheimen van het brein.

We will take you into a world of neurons, glial cells, networks and neural pathways. You will gain unique insights into the brain in conditions such as Alzheimer's disease. We show how brains can develop differently, for example in dyscalculia, and how mental vulnerability can sometimes go hand in hand with creativity. You will discover that the brain is an electrical organ, and how humans, mice, fruit flies and even octopuses are helping us understand its structure and functioning.

If there is a single thread running through this book, it is this: making the invisible visible. We use techniques that are grounded in fundamental physics and driven by ingenious technologies. These allow us to look even more deeply into the brain and offer an increasingly precise view of what makes a brain what it is. The result is the fruit of intense collaboration between doctors, physicists, biologists, engineers and data scientists. Brain research thrives on teamwork – across disciplines and across borders. It is precisely this that lies at the heart – and forms the core mission – of the Leuven Brain Institute.

*Wonder Brain is a tribute  
to the brain and the people  
who study it.*

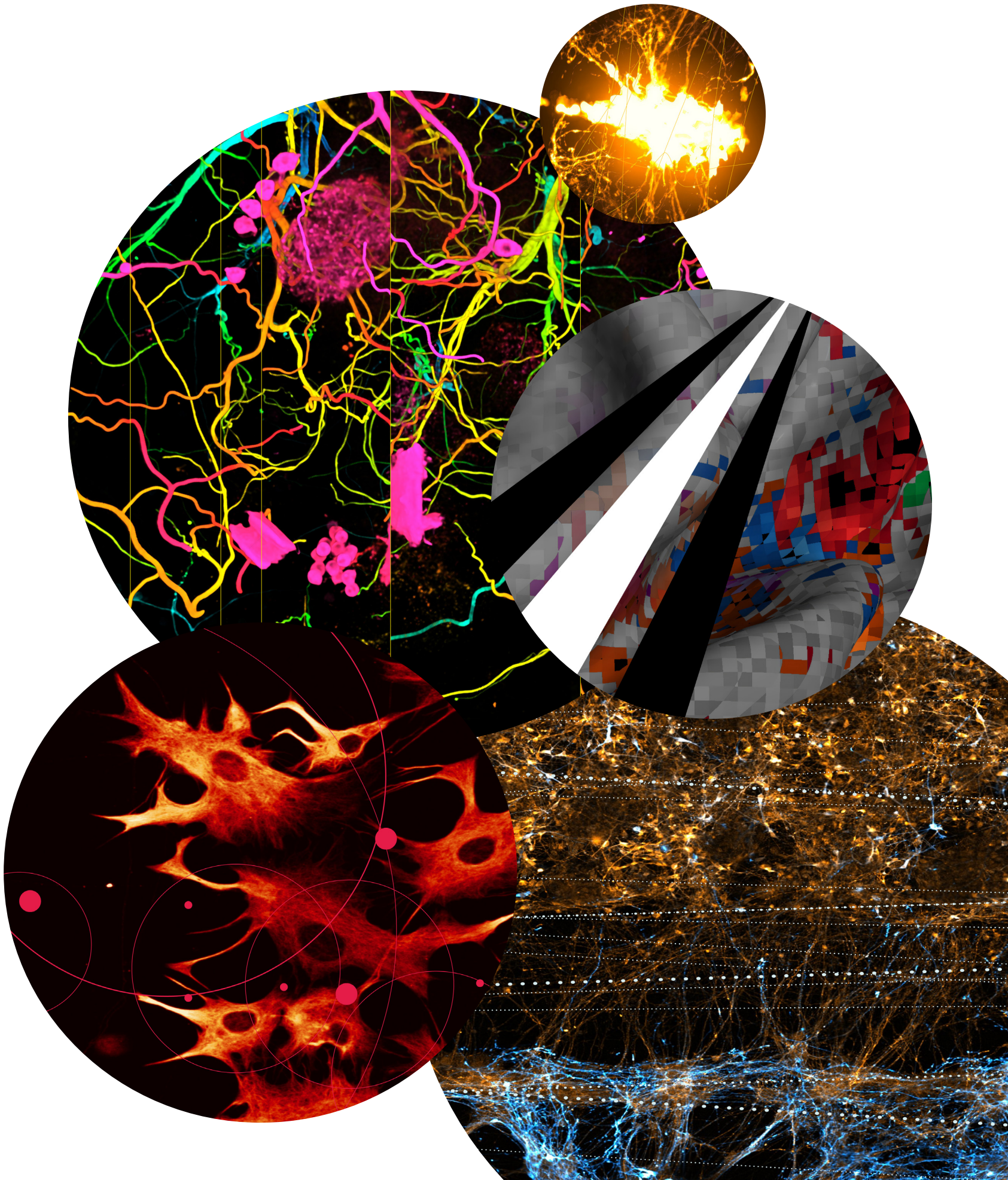
Don't expect this book to provide a linear story about the brain, or even a guidebook to the brain. Instead, the various themes form a kaleidoscope of research lines currently pursued by scientists at LBI. *Wonder Brain* is a tribute to the brain and the people who study it. It is intended to evoke wonder, admiration and curiosity. We hope the images in this book will move you, inspire you and – who knows – perhaps even encourage you to join the search to unlock the secrets of the brain.

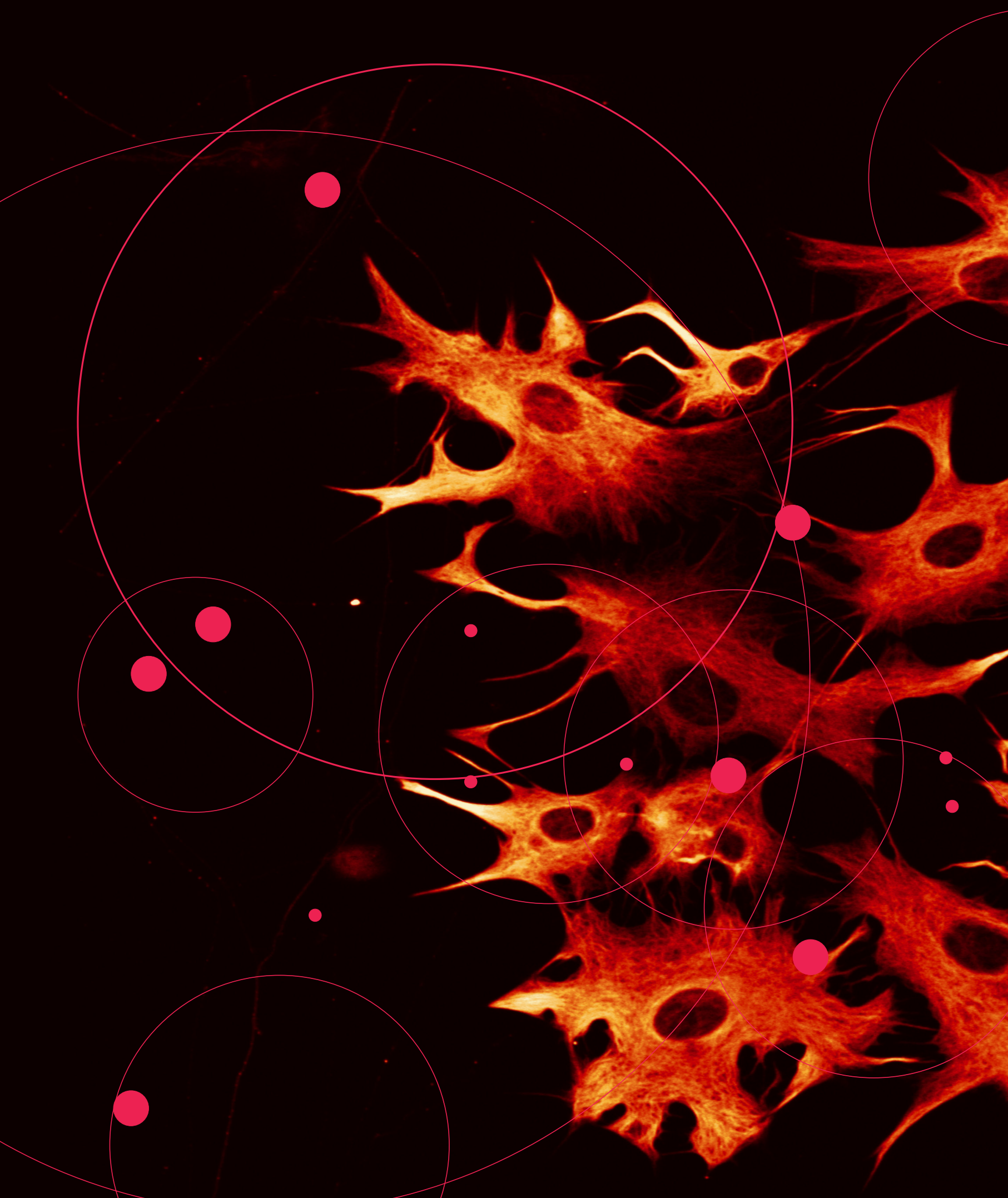
---

Mathieu Vandenbulcke | directeur/director

Ann Van der Jeugd | coördinator/coordinator

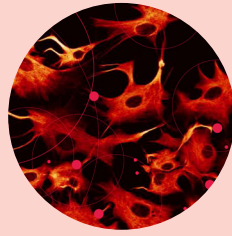
Leuven Brain Institute (LBI)





A microscopic image of neurons, showing their complex, branching structures. The neurons are stained in a reddish-orange hue. Several red circles of varying sizes are overlaid on the image, highlighting specific areas of interest. Additionally, several small red dots are scattered across the background. The text "De bouwstenen van het denken" and "The building blocks of thought" is centered in the upper right quadrant.

De bouwstenen van het denken  
The building blocks of thought



## 2. De bouwstenen van het denken

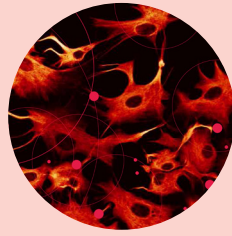
**HOE ONTSTAAN GEDACHTEN?** Zijn het – zoals de grote zenmeesters het beschrijven – wolken die voorbijdrijven, waar je niets mee hoeft te doen? Of zit er meer achter die poëtische benadering? Bekijken we het met een westerse wetenschappelijke bril, dan weten we vandaag dat er achter elke gedachte een boeiende en intrigerende wereld schuilgaat. Een die we onmogelijk met het blote oog kunnen waarnemen: cellen die ontstaan en verdwijnen, genen die aan- en uitgeschakeld worden, moleculaire processen die samen het brein vormgeven. Het denken begint niet bij ideeën, maar bij materie. Het brein zit nooit stil.

Hoe het brein werkt en hoe gedachten ontstaan, heeft ons altijd al gefascineerd. Die hunker om het brein tot zijn absolute kern te herleiden – tot de kleinste schaal – leeft bij vrijwel elke breinwetenschapper. Met stamcellen, mini-breinen en genetische modellen reconstrueren ze aspecten van het menselijke brein in het labo. Niet als perfecte kopieën, maar als vragen in materiële vorm: hoe groeit een brein, waar loopt ontwikkeling mis, en waarom verloopt die bij de ene mens anders dan bij de andere?

Dit deel zoomt in op dat fundament. Op onderzoek dat zich afspeelt op celniveau, maar reikt tot ver daarbuiten. Want wie begrijpt hoe hersencellen ontstaan, samenwerken en ontsporen, opent de deur naar nieuwe therapieën, onverwachte inzichten in onze evolutie en een dieper begrip van wat ons menselijk maakt.

Achter elke gedachte  
schuilt een boeiende  
en intrigerende wereld.

Wie begrijpt  
hoe hersencellen  
ontstaan,  
samenwerken  
en ontsporen,  
opent de deur  
naar nieuwe  
therapieën.



## 2. The building blocks of thought

**HOW DO THOUGHTS COME INTO BEING?** Are they – as the great Zen masters describe them – clouds floating by, that have nothing to do with you? Or is there something more behind that poetic approach? Viewed through a Western scientific lens, we now know that there is a fascinating and intriguing world behind every thought. It is something we cannot possibly observe with the naked eye: cells appearing and disappearing, genes being turned on and off, molecular processes that together shape the brain. Thinking begins not with ideas, but with matter. The brain never stops.

How the brain works and how thoughts arise has always fascinated us. The hunger to reduce the brain to its absolute core – to the smallest scale – lives on in almost every brain scientist. They use stem cells, mini-brains and genetic models to reconstruct aspects of the human brain in the laboratory. Not as perfect copies, but as questions, expressed in material forms: how does a brain grow, where does development go wrong, and why does it happen differently in some people than in others?

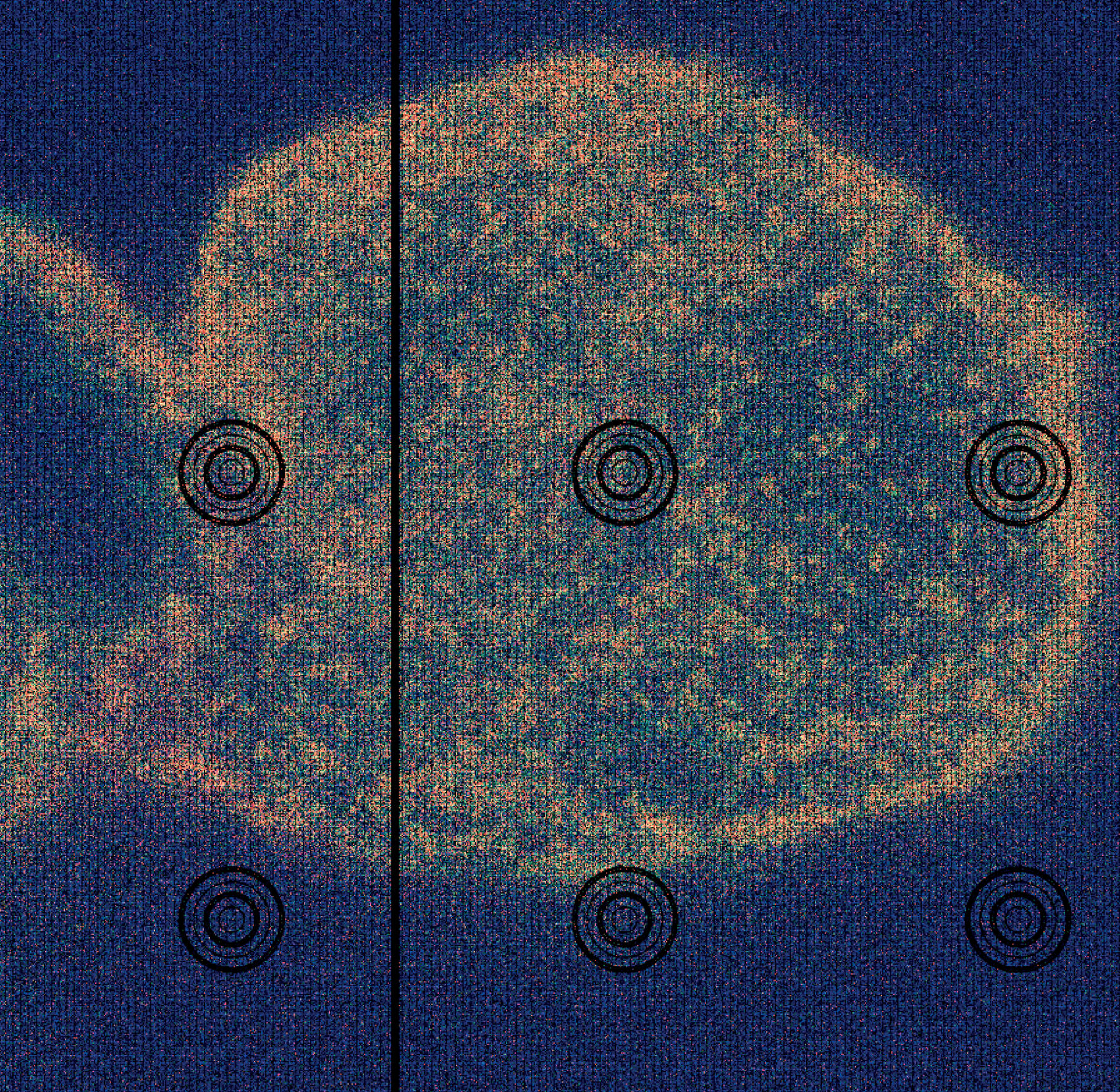
This volume zooms in on that foundational work. It concerns research that is done at the cellular level but reaches far beyond it. If we can understand how brain cells originate, interact and go wrong, that would open the door to new treatments, provide unexpected insights into our evolution and give us a deeper understanding of what makes us human.

If we can understand  
how brain cells  
originate, interact  
and go wrong,  
that would open  
the door  
to new treatments.

There is a fascinating  
and intriguing world  
behind every thought.

GENEN DIE TOT EXPRESSIE KOMEN in het brein van de Mexicaanse grottenvis. Ieder puntje (slecht 300 nm groot) is een plek waar RNA is opgevangen: hoe feller de kleur, hoe meer RNA. Je zou de puntjes kunnen vergelijken met pixels in een camera.





GENES EXPRESSED IN THE BRAIN of the Mexican cavefish. Every dot (just 300 nm across) is a spot where RNA has been captured: the brighter the colour the more RNA is present. These dots can be compared with the pixels in a camera.

# Hoe een vissenbrein en AI ons helpen het menselijk brein te begrijpen

Een vissenbrein en vogeldata helpen ons begrijpen wat er in ons eigen hoofd gebeurt.

DE AFBEELDING TOONT HERSENSECTIES van een Mexicaanse grottenvis (*Astyanax mexicanus*), met daarop in kleur de dichtheid van RNA, ook wel de boodschappers van onze genen. Waar zich een cel bevindt, licht een vlek op. Wat je hier dus ziet, zijn momentopnames van wat er zich diep in het brein van een vis afspeelt.

Hoewel het hier om een vis gaat, is het verre van viserslatijn, en wel hierom: de soort wordt veel gebruikt in het onderzoek naar hoe dieren zich ontwikkelen én hoe dieren zich (snel) kunnen aanpassen aan veranderende omgevingen.

Deze opname is het resultaat van een nieuwe techniek: Nova-ST. De methode laat toe om in een bevroren stuk hersenweefsel precies in kaart te brengen waar welk gen actief is. Als we weten waar en wanneer genen actief zijn, kunnen we beter begrijpen hoe hersencellen zich gedragen, niet enkel in een gezond brein, maar ook bij ziekte. Het is alvast cruciale informatie die ons in staat stelt om hersenaandoeningen zoals parkinson of schizofrenie – waarbij genexpressie verstoord is – te doorgronden.

Maar het gaat nog veel verder: in het lab van Stein Aerts wordt veel biologische data gevoed aan AI-modellen die leren voorspellen hoe stukjes DNA de activiteit van genen aansturen. Hoe ‘weet’ een gen wanneer het aan of uit moet? Met de hulp van AI kunnen we dat nu beter begrijpen, en zelfs hierop ingrijpen. Vandaag combineren onderzoekers data uit verschillende diersoorten om de modellen nog krachtiger te maken. Er werden bijvoorbeeld al gegevens van vissen, hagedissen, zoogdieren en vogels geïntegreerd, wat resulteert in een rijkere databank waarmee AI kan leren voorspellen hoe een DNA-sequentie zich zal gedragen in een specifieke celsoort.



Dit soort onderzoek toont hoe technologie en biologische samenvloeiingen: een vissenbrein en vogeldata helpen ons begrijpen wat er in ons eigen hoofd gebeurt. En met die kennis bouwen we verder aan therapieën voor de toekomst, gebaseerd op wat onze genen ons vertellen.

---

## How a fish brain and AI are helping us to understand the human brain

THE IMAGE SHOWS SECTIONS through the brain of a Mexican cavefish (*Astyanax mexicanus*), with colours indicating the density of RNA, which are the messengers of our genes. Wherever there is a cell, an area lights up. What you are seeing here is a snapshot of what is going on deep inside a fish's brain.

Although this example uses a fish, it is not just for fish specialists, and here's why: this species is widely used in research into the way animals evolve and how they can adapt (quickly) to changing environments.

This image is the result of a new technique: Nova-ST. The method makes it possible to map on a frozen piece of brain tissue exactly where each individual gene is active. If we know where and when genes are active, we can better understand how brain cells behave, not only in a healthy brain, but also in disease. Meanwhile, this is crucial information that will allow us to understand more about brain disorders such as Parkinson's disease or schizophrenia, in which gene expression is disrupted.

However, this is just the start: in Stein Aerts' lab, a large amount of biological data is fed into AI models that learn to predict how segments of DNA drive gene activity. How does a gene 'know' when to turn itself on or off? With the help of AI, we can now understand this better, and even intervene to influence it.

Today, researchers are combining data from different animal species to make the models even more powerful. For example, data from fish, lizards, mammals and birds have already been included, resulting in a richer database that AI can use to learn to predict how a DNA sequence will behave in a specific type of cell.

This kind of research highlights an area where technology meets biology: a fish brain and data from birds are helping us to understand what is going on inside our own heads. With that knowledge, we can continue to work towards treatments for the future, based on what our genes are telling us.

A fish brain and data from birds are helping us to understand what is going on inside our own heads.