

**Studium generale**  
**JG|U**  
Sommersemester  
2021

**Das Manifest der Hirnforschung –  
welche Aussagen und Prognosen waren richtig,  
welche waren falsch?**

**Heiko J. Luhmann**  
*Institut für Physiologie, Universitätsmedizin Mainz*



**Gustave Courbet – Die Welle**



**Gehirn&Geist** DAS MAGAZIN FÜR PSYCHOLOGIE UND HIRNFORSCHUNG **Spektrum**  
**Gehirn&Geist**  
Nr. 6 / 2004 (€ 7,90 / 15,40 sFr)

**HIRNFORSCHUNG IM 21. JAHRHUNDERT**

**DAS MANIFEST** 

**WAS IST**  
**WAS SEIN WIRD**  
**WAS SEIN KÖNNTE**

**Prof. Dr. Christian E. Elger**  
Zum Entscheidungsverhalten des Menschen  
aus neurobiologischer Sicht  
Montag · 7. Juni 2021 · 18:15 Uhr

**Prof. Dr. Hannah Monyer**  
»Vergessen« aus neurowissenschaftlicher Perspektive  
Montag · 28. Juni 2021 · 18:15 Uhr

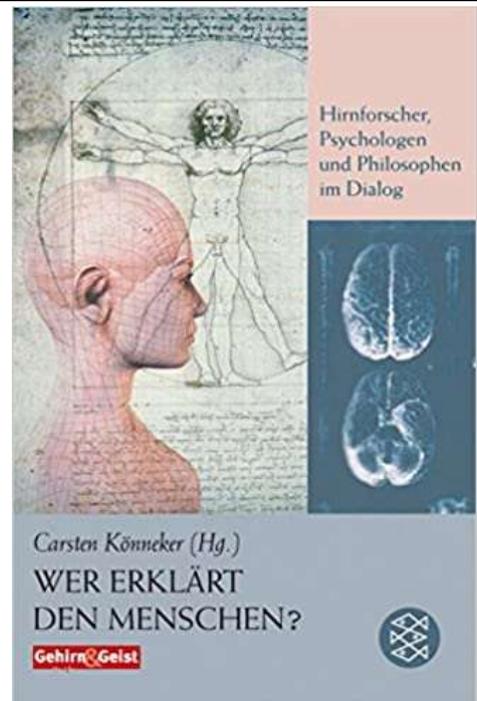


*Neue Zürcher Zeitung* 18.06.2005

## Noch ein Manifest?

ujw. Im letzten Herbst gab ein «Manifest» zu reden, in dem elf Neurowissenschaftler darzulegen versuchten, was Hirnforschung sei und tue, was sie könne, was sie können werde - und was nicht. Die In der in den nächsten Tagen erscheinenden Ausgabe desselben Magazins melden sich nun mit einer Art Gegenmanifest sechs in Deutschland tätige - «führende» - Psychologen zu Wort. Unter ihnen

**Wer erklärt den Menschen?**  
**Hirnforscher, Psychologen und Philosophen im Dialog**  
**Fischer Sachbücher, 2007**  
 von Carsten Könneker (Herausgeber)



## 10 Jahre später

programm.ARD.de<sup>®</sup>

Tagestipps ▾ Jetzt im TV ▾ Programmübersicht ▾ Rubriken ▾ Coronavirus

03.04.2014  
21:00 Uhr **scobel - Das Manifest der Hirnforscher**

Rückblick auf zehn Jahre Neurowissenschaften | 3sat

Die Gesprächssendung "scobel - Das Manifest der Hirnforscher" wird im Rahmen des "NeuroForums 2014" der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung in Frankfurt am Main aufgezeichnet. Dort spricht Gert Scobel mit der Neurobiologin Hannah Monyer, dem Wissenschaftshistoriker Michael Hagner und dem Neurowissenschaftler Wolf Singer über die Grenzen und Möglichkeiten der Hirnforschung. Gäste:

- Hannah Monyer, Neurobiologin
- Michael Hagner, Wissenschaftshistoriker
- Wolf Singer, Neurophysiologe

Hirnforschung

## Die große Neuro-Show

Was wurde aus den Verheißungen der Hirnforschung? Wissenschaftler ziehen Bilanz. Sie fällt dürftig aus

Von **Ulrich Schnabel**

20. Februar 2014 / DIE ZEIT Nr. 9/2014 / 118 Kommentare /

Google

Das Manifest der Hirnforschung

19.04.2021

Alle News Bilder

Ungefähr 82.600 Ergebnisse (0,36 S)

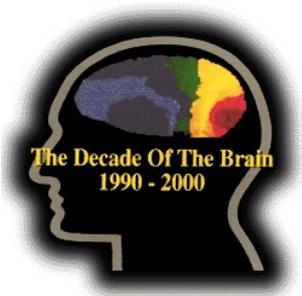
FORSCHUNG IM 21. JAHRHUNDERT

# DAS MANIFEST




WAS IST ←  
 WAS SEIN WIRD ←  
 WAS SEIN KÖNNTE ←  
 WAS JETZT IST ←

## Historie

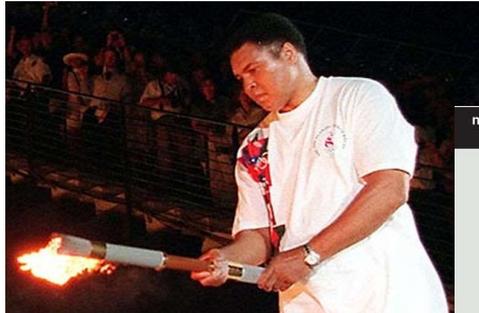


Die **Dekade des Gehirns** war eine von der amerikanischen Regierung ausgerufene Initiative zur Intensivierung der neurowissenschaftlichen Forschung. Die Initiative wurde durch Präsident George H. W. Bush ausgerufen.



"Decade of the Brain" resolution with (l-r) Sen. Pete Domenici (R-NM), Sen. Donald Riegle, Jr. (D-MI) and Sen. Silvio Conte (R-MA, sponsor of the bill).

1990 Begins the Decade of the Brain

**number of deaths per 100,000 people due to Parkinson's disease in the United States**

1976	1.6 people
1983	2.3 people
1990	3.2 people
1997	4.6 people
2004	6.2 people
2011	7.0 people
2017	8.4 people

**Increase in numbers of people with dementia worldwide (2010-2050), comparing original and updated estimates**



Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V.





**Verein zur Förderung der Erforschung des menschlichen Gehirns e.V.**

Der gemeinnützige Verein wurde im April 2000 gegründet. Vereinsziel ist die Förderung der Hirnforschung insbesondere durch Öffentlichkeitsarbeit. Informationen zur Vereinsarbeit und zur Mitgliedschaft finden Sie auf unserer Homepage.

**2000 - 2010** Spendenkonto 2010  
Dresdner Bank Bonn/Köln (BLZ 370 800 40)

Steuerabzugsfähige Spendenquittungen können auf Wunsch ausgestellt werden.

**Initiatoren**

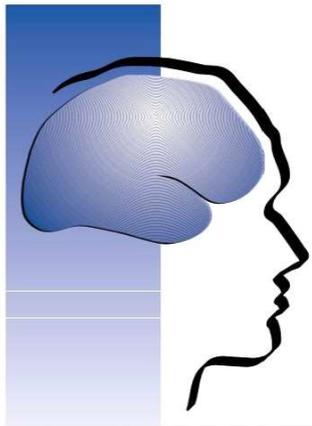
- Prof. Dr. Christian E. Elger (Sprecher)  
*Klinik für Epileptologie, Bonn*
- Prof. Dr. Bert Sakmann (Nobelpreis für Medizin, 1991)  
*Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg*
- Prof. Dr. Hans-Jochen Heinze  
*Klinik für Neurologie II, Magdeburg*
- Prof. Dr. Henning Scheich  
*Leibniz-Institut für Neurobiologie, Magdeburg*
- Prof. Dr. Dr. Gerhard Roth  
*Institut für Hirnforschung, Bremen*
- Prof. Dr. Karl M. Einhäupl  
*Neurologische Klinik der Charité, Berlin*
- Prof. Dr. Albert C. Ludolph  
*Neurologische Universitätsklinik, Ulm*
- Prof. Dr. Dr. h. c. Joachim Treusch  
*Forschungszentrum, Jülich*

**Kontakt und Antrag auf Mitgliedschaft**

Christian Hoppe  
c/o Klinik für Epileptologie  
- Neuropsychologie -  
Universitätsklinikum Bonn  
Sigmund-Freud-Straße 25  
53105 Bonn  
Tel. (0228) 287-6172  
Fax (0228) 287-4328  
christian.hoppe@ukb.uni-bonn.de

➔ Besuchen Sie uns im Internet unter: [www.menschliches-gehirn.de](http://www.menschliches-gehirn.de)

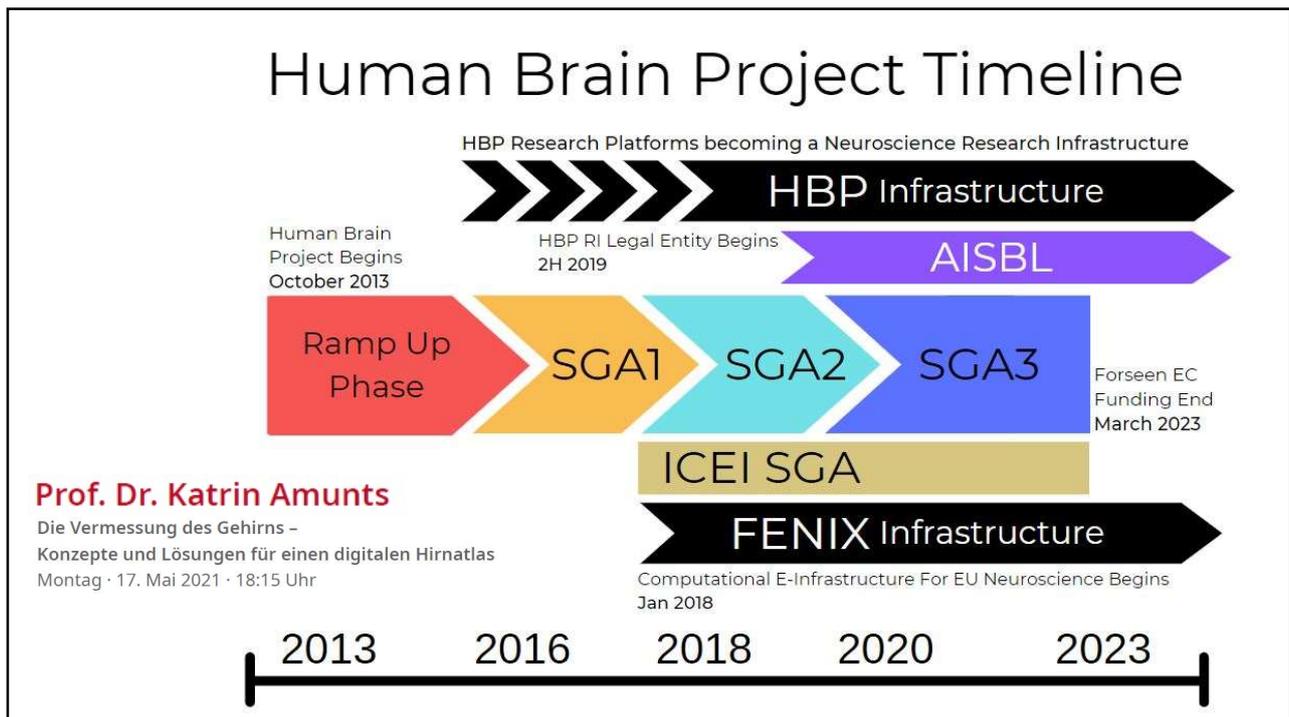
**Dekade des menschlichen Gehirns**  
**Eine Initiative führender deutscher Hirnforscher**



**2000 - 2010**

„Das Gehirn ist nicht nur ein Gefäß, das gefüllt werden muss, sondern ein Feuer, das gezündet werden will.“  
Plutarch (um 46-120 n. Chr.), griechischer Schriftsteller und Philosoph

[www.menschliches-gehirn.de](http://www.menschliches-gehirn.de)



## Was wissen und können Hirnforscher heute? =2004

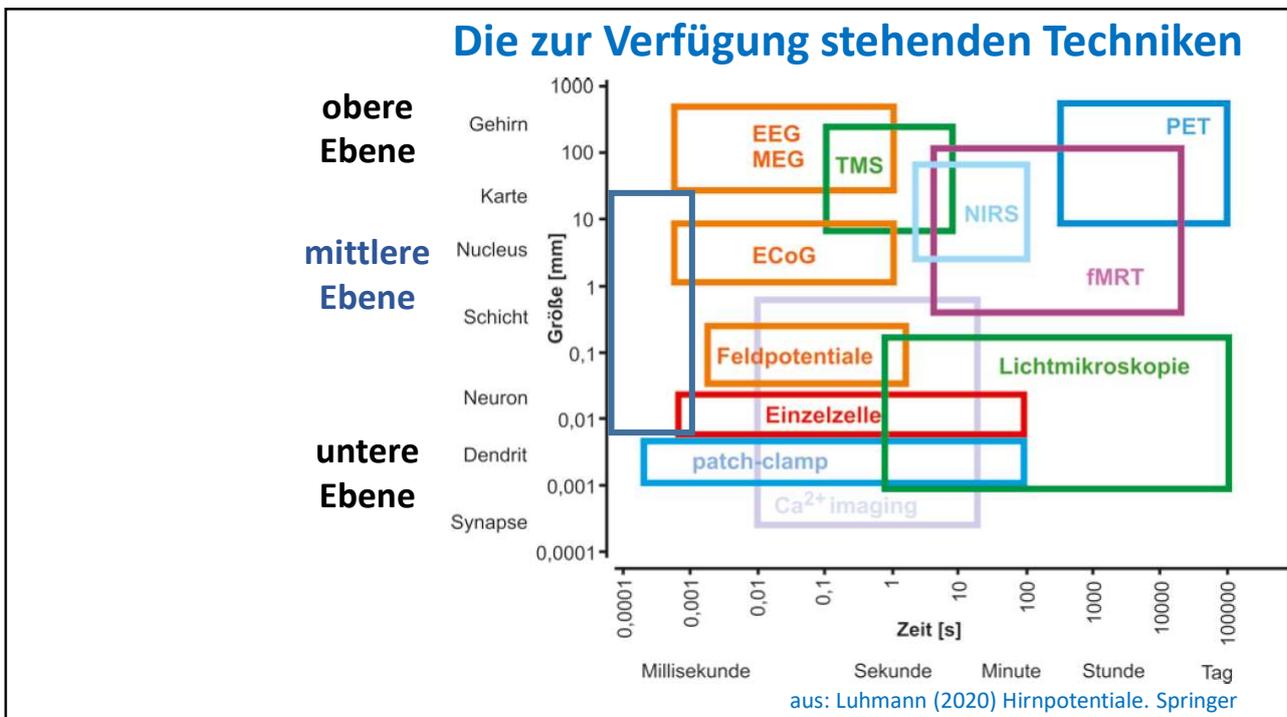
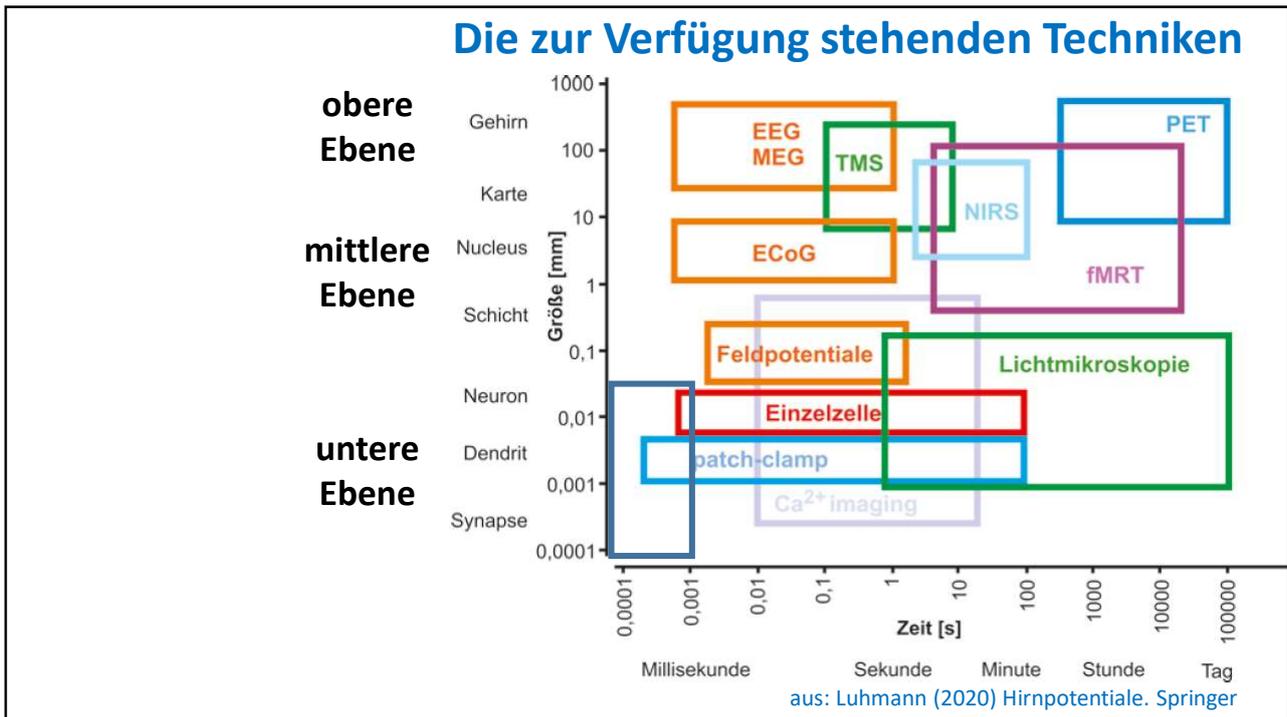
scheiden: Grundsätzlich setzt die neurobiologische Untersuchung des Gehirns auf drei verschiedenen Ebenen an. Die **oberste** erklärt die Funktion größerer Hirnareale, beispielsweise spezielle Aufgaben verschiedener Gebiete der Großhirnrinde, der Amygdala oder der Basalganglien. Die **mittlere Ebene** beschreibt das Geschehen innerhalb von Verbänden von hunderten oder tausenden Zellen. Und die **unterste Ebene** umfasst die Vorgänge auf dem Niveau einzelner Zellen und Moleküle. Bedeutende Fortschritte bei der Erforschung des Gehirns haben wir bislang nur auf der obersten und der untersten Ebene erzielen können, nicht aber auf der mittleren.

zehn Jahren. Zwischen dem Wissen über die obere und untere Organisationsebene des Gehirns klappt aber nach wie vor eine große Erkenntnislücke. Über die **mittlere Ebene** – also das Geschehen innerhalb kleinerer und größerer Zellverbände, das letztlich den Prozessen auf der obersten Ebene zu Grunde liegt – wissen wir noch erschreckend wenig.

Auch darüber, mit welchen **Codes** einzelne oder wenige Nervenzellen untereinander kommunizieren (wahrscheinlich benutzen sie gleichzeitig mehrere solcher Codes), existieren allenfalls plausible Vermutungen. Völlig unbekannt ist

Nervenzellen bilden. Zum jetzigen Zeitpunkt verstehen wir noch nicht, wie sich bei dieser »**Neurogenese**« neue Nervenzellen in alte Verschaltungen einfügen und welche Funktionen sie dann übernehmen. Die Frage, ob sich eine medika-

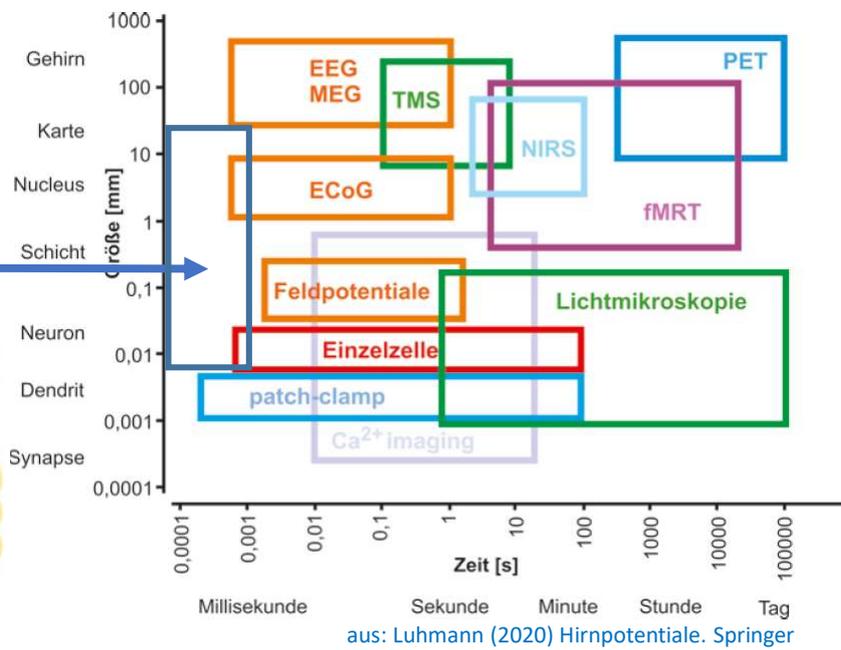
**Prof. Dr. Benedikt Berninger**  
Die Kunst des Neuronenschmiedens  
Montag · 5. Juli 2021 · 18:15 Uhr



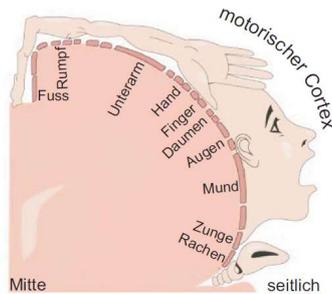
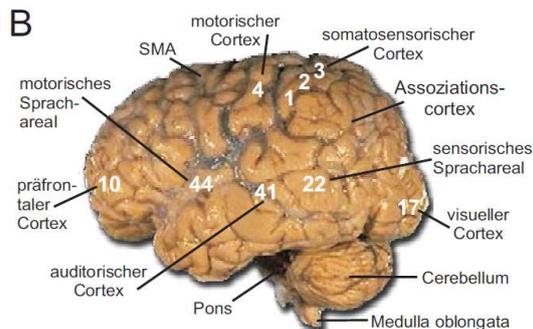
## Die zur Verfügung stehenden Techniken

zen. Mehr noch: Es ist überhaupt nicht klar, wie man dies mit den heutigen Mitteln erforschen könnte. In dieser

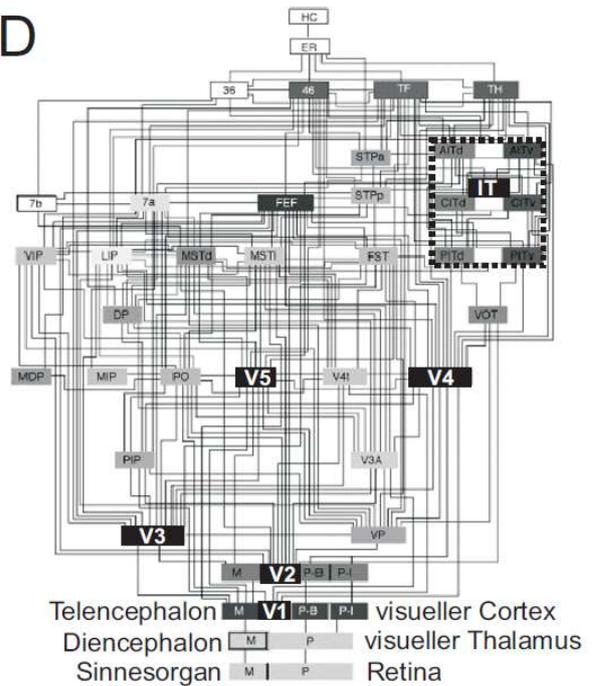
chungsmethoden ab. Das »Wo« im Gehirn, über das uns heute die funktionelle Kernspintomografie Auskunft gibt, sagt uns noch nicht, »wie« kognitive Leistungen durch neuronale Mechanismen zu beschreiben sind. Für einen echten Fortschritt in diesem Bereich benötigen wir ein Verfahren, das die Registrierung beider Aspekte in einem ermöglicht.



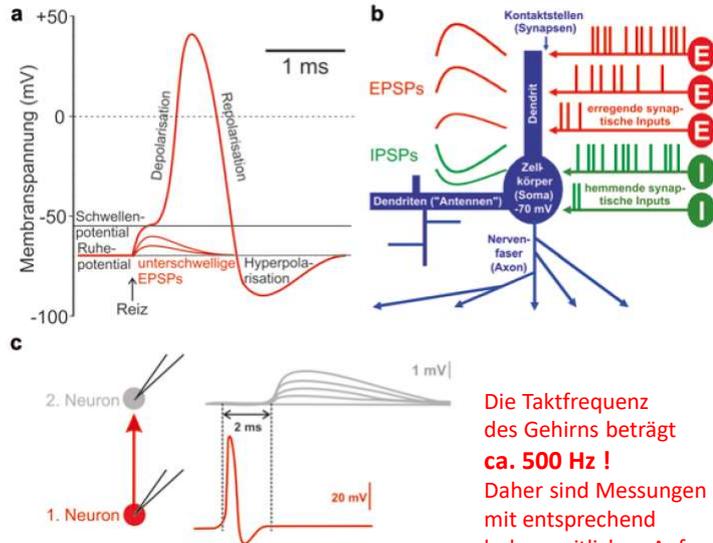
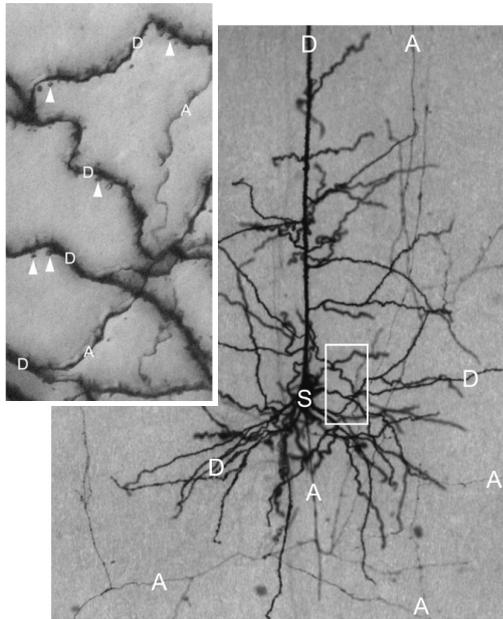
## Die obere Ebene



## D

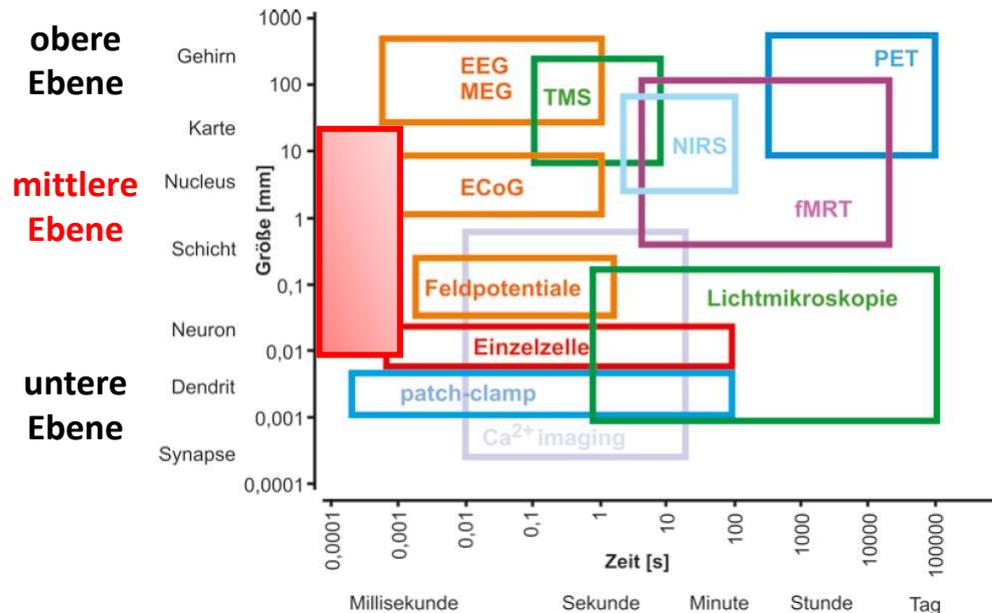


## Die untere Ebene



Die Taktfrequenz des Gehirns beträgt **ca. 500 Hz !**  
Daher sind Messungen mit entsprechend hohen zeitlichen Auflösungen erforderlich.

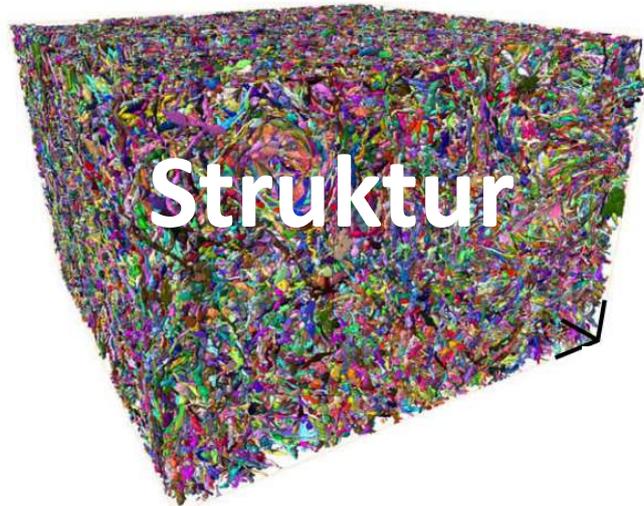
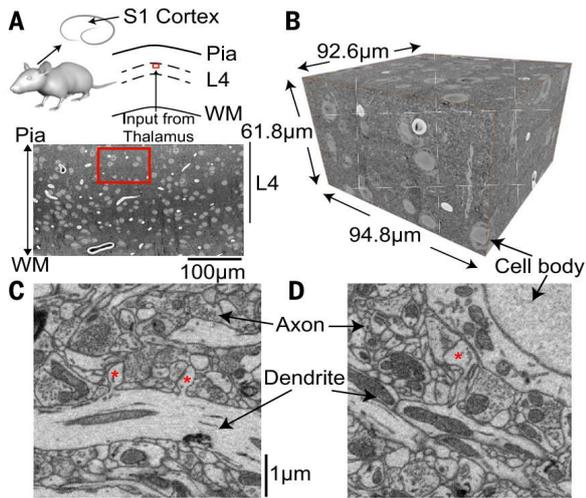
## Die zur Verfügung stehenden Techniken



## Die untere und mittlere Ebene

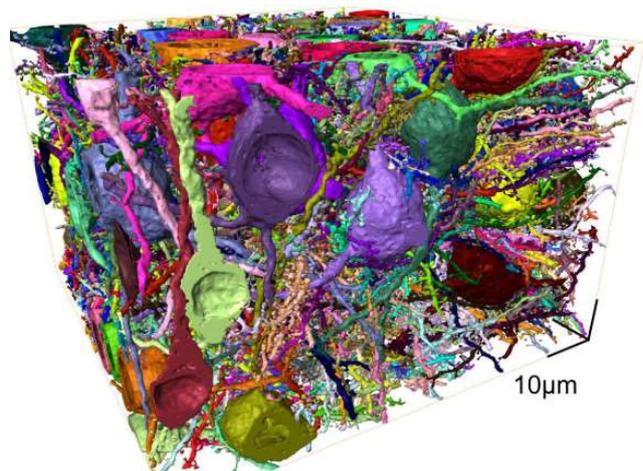
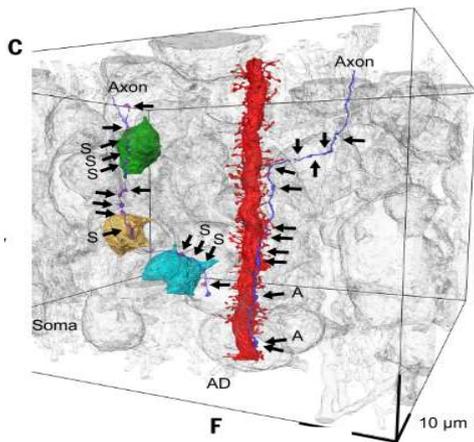
Dense connectomic reconstruction in layer 4 of the somatosensory cortex *Science* **366**, 1093 (2019)

Alessandro Motta\*, Manuel Bering\*, Kevin M. Boergens\*, Benedikt Staffler\*, Marcel Beining, Sahil Loomba, Philipp Hennig, Heiko Wissler, Moritz Helmstaedter†



Dense reconstruction of ~500,000 cubic micrometers of cortical tissue yielding 2.7 m of neuronal cables (~3% shown, front) implementing a connectome of ~400,000 synapses between 34,221 axons and 11,400 postsynaptic processes (fraction shown, back). These data were used for connectomic cell-type definition, geometrical circuit analysis, and measurement of the possible plastic fraction (the "learnedness") of the circuit.

Motta et al., *Science* **366**, 1093 (2019) 29 November 2019



### Commentary

## The Mind of a Mouse

Cell 182, September 17, 2020

Prof. Dr. Moritz Helmstaedter

Die Karten des Denkens:

Neuronale Netzwerke und Connectomics

Montag · 14. Juni 2021 · 18:15 Uhr

Larry F. Abbott,<sup>1</sup> Davi D. Bock,<sup>2</sup> Edward M. Callaway,<sup>3</sup> Winfried Denk,<sup>4,25</sup> Catherine Dulac,<sup>5</sup> Adrienne L. Fairhall,<sup>6</sup> Ila Fiete,<sup>7</sup> Kristen M. Harris,<sup>8</sup> Moritz Helmstaedter,<sup>9</sup> Viren Jain,<sup>10,25,\*</sup> Narayanan Kasthuri,<sup>11</sup> Yann LeCun,<sup>12</sup> Jeff W. Lichtman,<sup>13,25,\*</sup> Peter B. Littlewood,<sup>14</sup> Liqun Luo,<sup>15</sup> John H.R. Maunsell,<sup>16</sup> R. Clay Reid,<sup>17,25</sup> Bruce R. Rosen,<sup>18</sup> Gerald M. Rubin,<sup>19</sup> Terrence J. Sejnowski,<sup>3,20</sup> H. Sebastian Seung,<sup>21,25</sup> Karel Svoboda,<sup>19</sup> David W. Tank,<sup>22,25</sup> Doris Tsao,<sup>23</sup> and David C. Van Essen<sup>24</sup>

## Die mittlere Ebene



Sehr wohl aber kann es der Hirnforschung innerhalb der nächsten Dekade gelingen, Erkenntnisse zu erarbeiten, die für Antworten auf diese übergeordneten Fragen entscheidend sein werden. So wollen wir herausfinden, wie Schaltkreise von hunderten oder tausenden Neuronen im Verbund des ganzen Gehirns Information codieren, bewerten, speichern und auslesen. Die mittlere Ebene – die



Voraussetzung für all diese Experimente ist aber, dass die untersuchten Tiere – denn an diesen werden die Versuche vor allem stattfinden – nicht narkotisiert sind und auf Grund schmerzfreier Verfahren ihr natürliches Verhalten zeigen. Nur dann ist es möglich, die Hirnaktivität dieser Tiere beim aktiven Lösen von Aufgaben zu beobachten und dabei

kann. Stattdessen können wir in zehn Jahren wahrscheinlich die räumliche und zeitliche Verteilung von neuronaler Erregung bis auf die Ebene aller beteiligten Neurone in einem Mikroschaltkreis mit bildgebenden Verfahren hoher zeitlicher Auflösung im intakten Nervensystem erfassen. Multiple-Photonen-Mikroskopie, funktionelle Farbstoffe und molekulargenetische Methoden versetzen uns in die Lage, die Regeln des Informationsflusses innerhalb einzelner Neurone und im Verbund von Neuronen zu erkennen.

Ganz wesentlich unterstützt wird das Verständnis der Arbeitsweise von Mikroschaltkreisen durch eine detailreiche Modellierung mit Hochleistungsrechnern.

## Neuron *Neuron 100*, 46–60, October 10, 2018

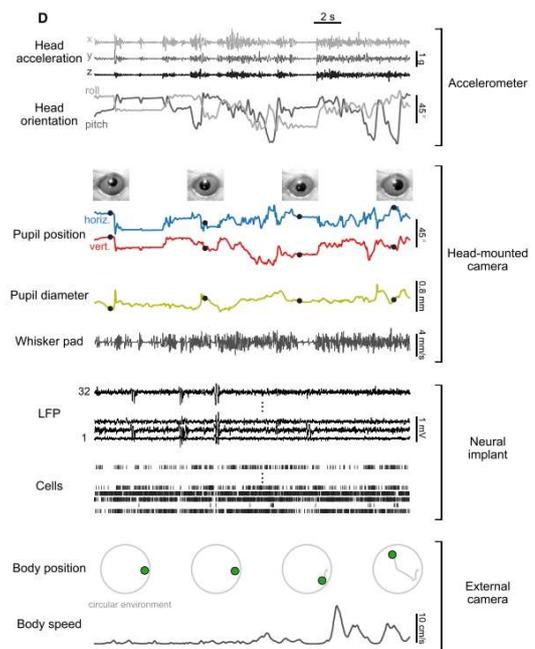
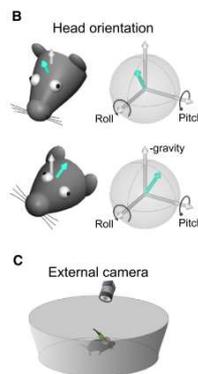
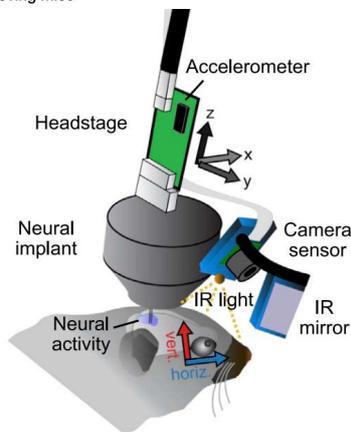
### A Head-Mounted Camera System Integrates Detailed Behavioral Monitoring with Multichannel Electrophysiology in Freely Moving Mice

#### Highlights

- Eyes, whiskers, head, and neural activity monitored in freely moving mice

#### Authors

Arne F. Meyer, Jasper Poort, John O'Keefe, Maneesh Sahani, Jennifer F. Linden

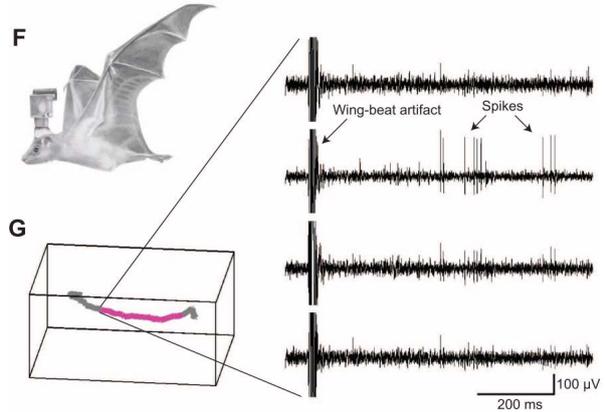
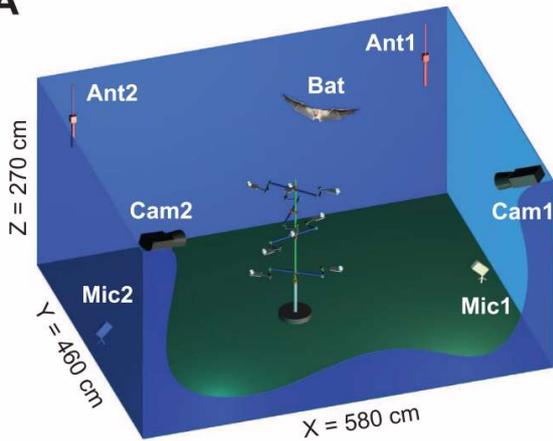


## Representation of Three-Dimensional Space in the Hippocampus of Flying Bats

Michael M. Yartsev and Nachum Ulanovsky\*

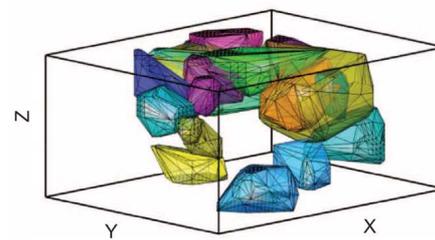
SCIENCE VOL 340 19 APRIL 2013

**A**



**A**

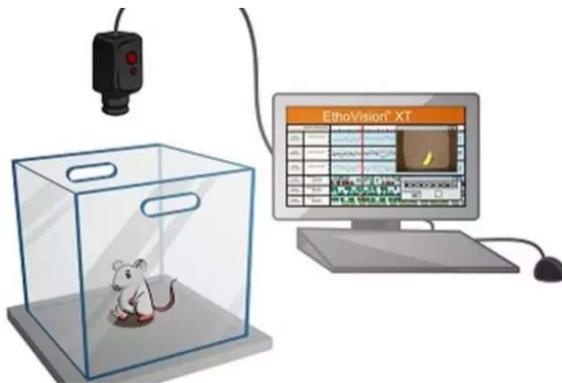
Bat #1 (n = 10 place cells)



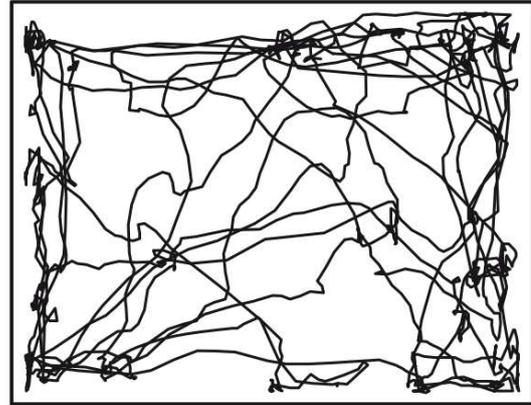
## Das Vibrissensystem bei Säugetieren (*whiskers*)



## Somatosensorisches Erkundung der Umwelt



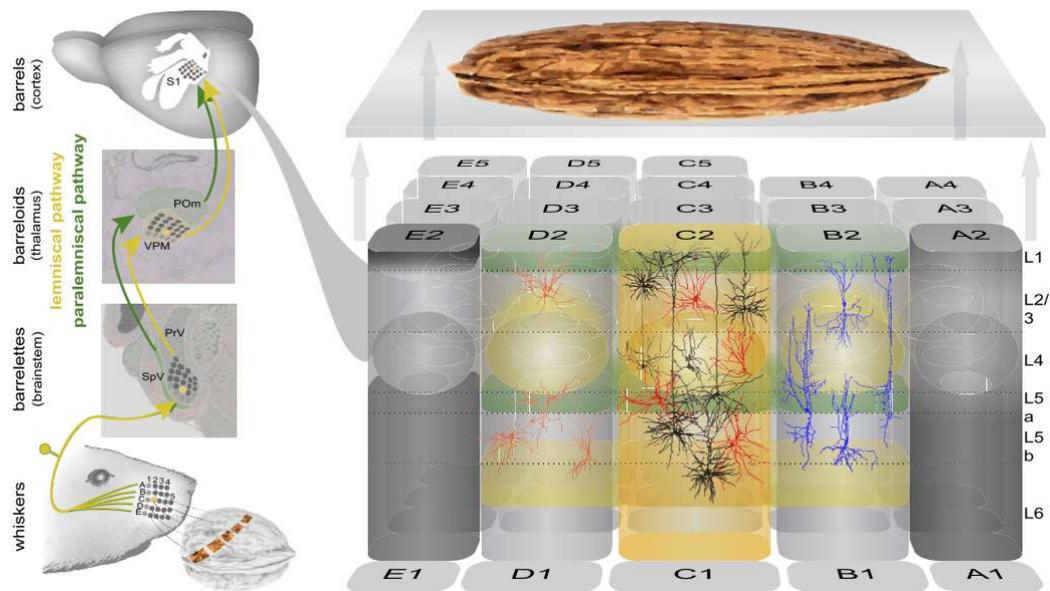
EthoVision XT and the open field test



### Layer-Specific Refinement of Sensory Coding in Developing Mouse Barrel Cortex

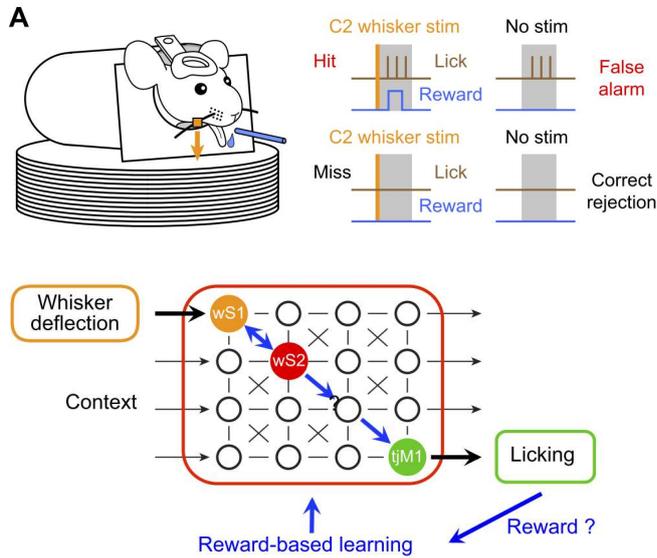
Alexander van der Bourg<sup>1,2,5</sup>, Jenq-Wei Yang<sup>3,5</sup>, Vicente Reyes-Puerta<sup>3</sup>, Balazs Laurenczy<sup>1,2</sup>, Martin Wieckhorst<sup>1</sup>, Maik C. Stüttgen<sup>4</sup>, Heiko J. Luhmann<sup>3,6</sup>, and Fritjof Helmchen<sup>1,2,6</sup>

## Verarbeitung der somatosensorischen Information im Cortex



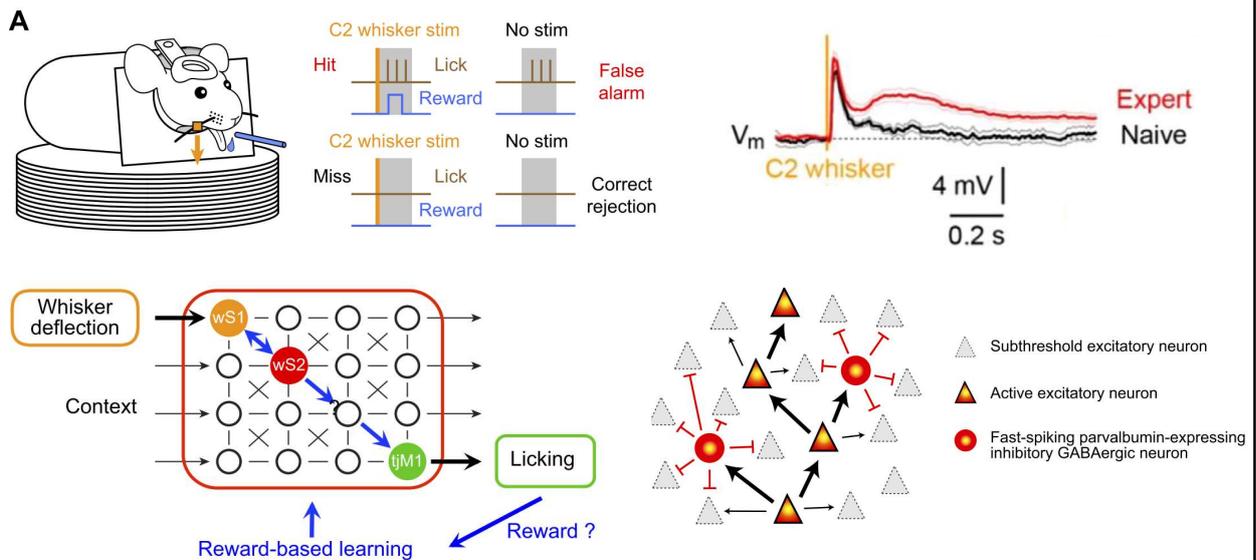
aus: Staiger & Petersen (2021) *Physiol. Rev.*

## Auf der mittleren Ebene: Aufklärung von neuronalen Schaltkreisen

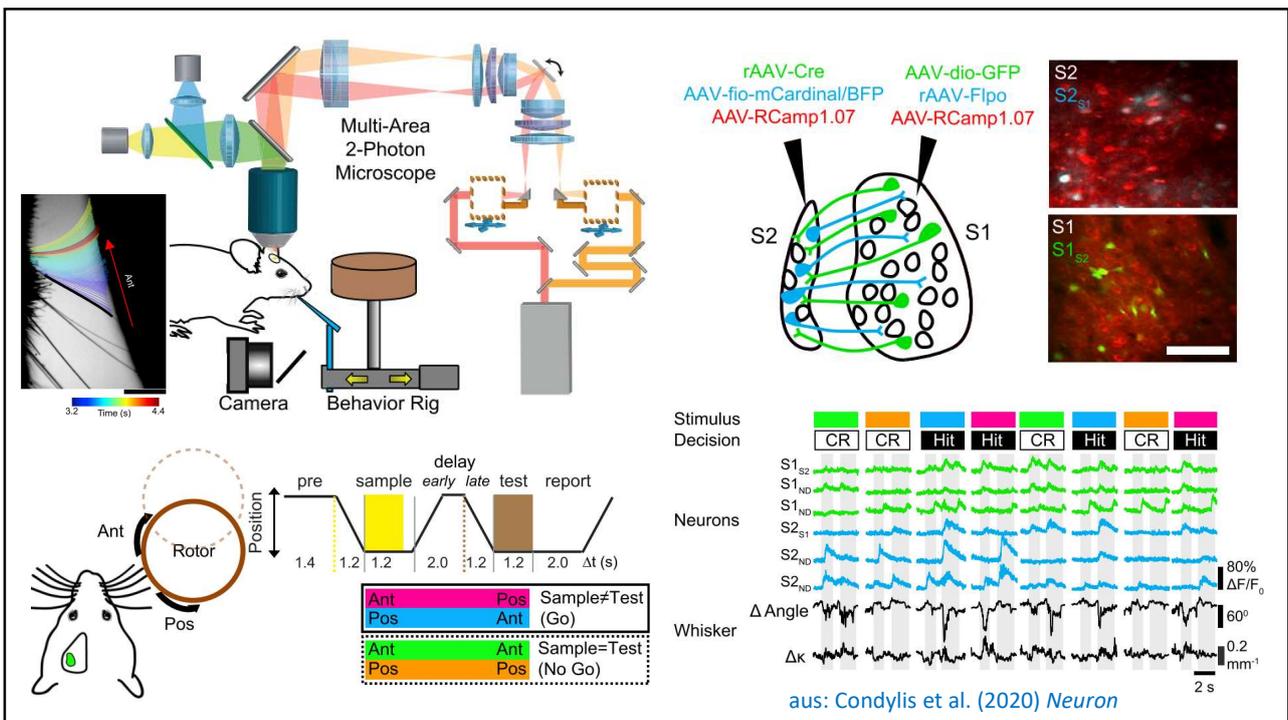
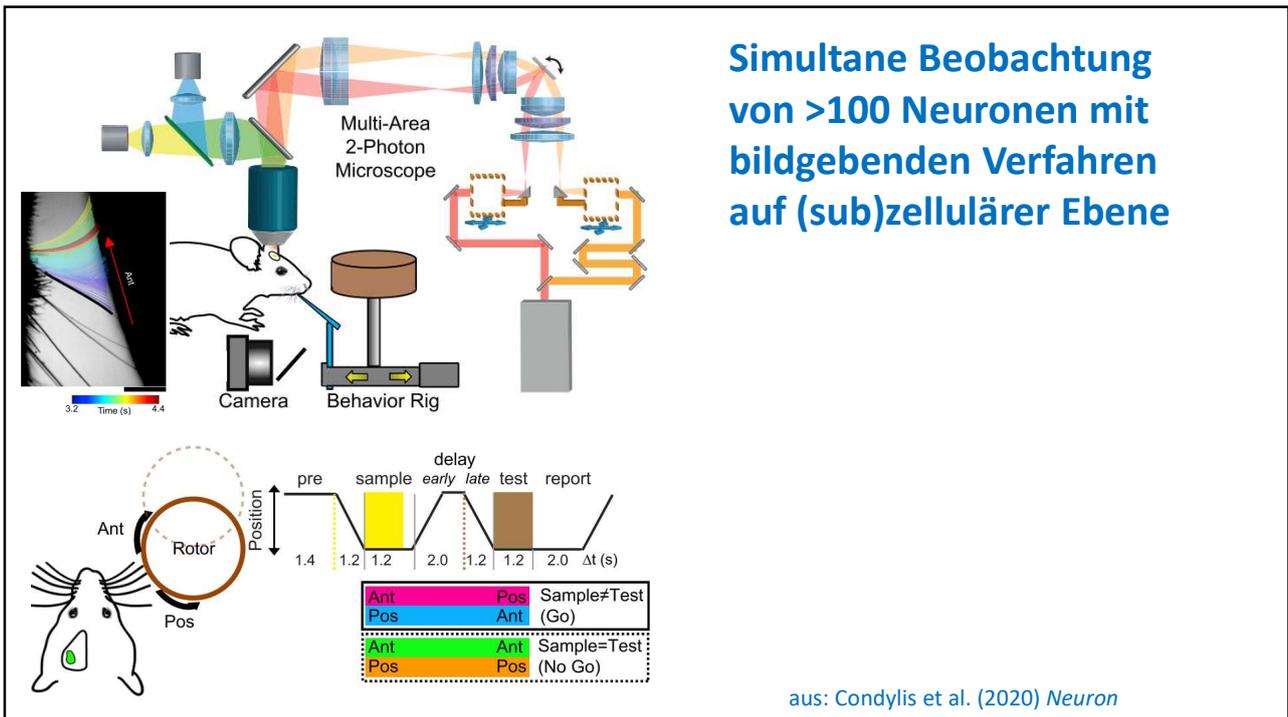


aus: Esmaeili et al. (2020) *Curr. Opin. Neurobiol.*; Staiger & Petersen (2021) *Physiol. Rev.*

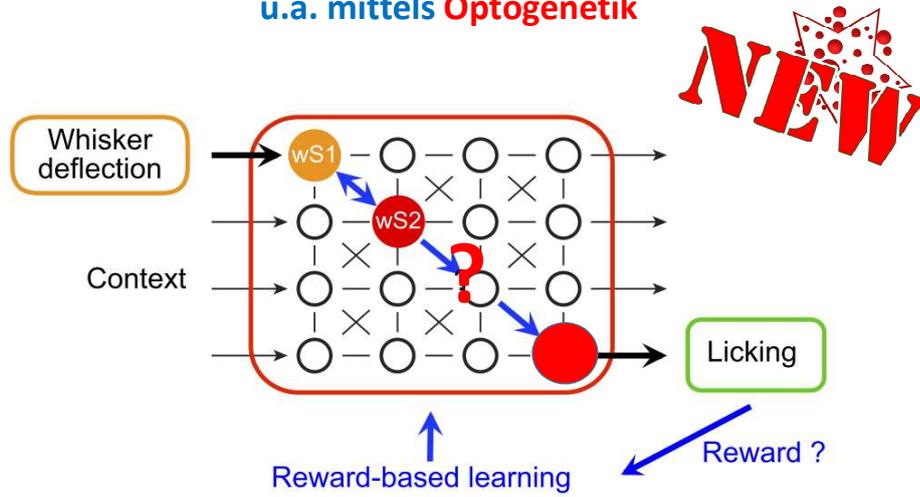
## Auf der mittleren Ebene: Aufklärung von neuronalen Schaltkreisen



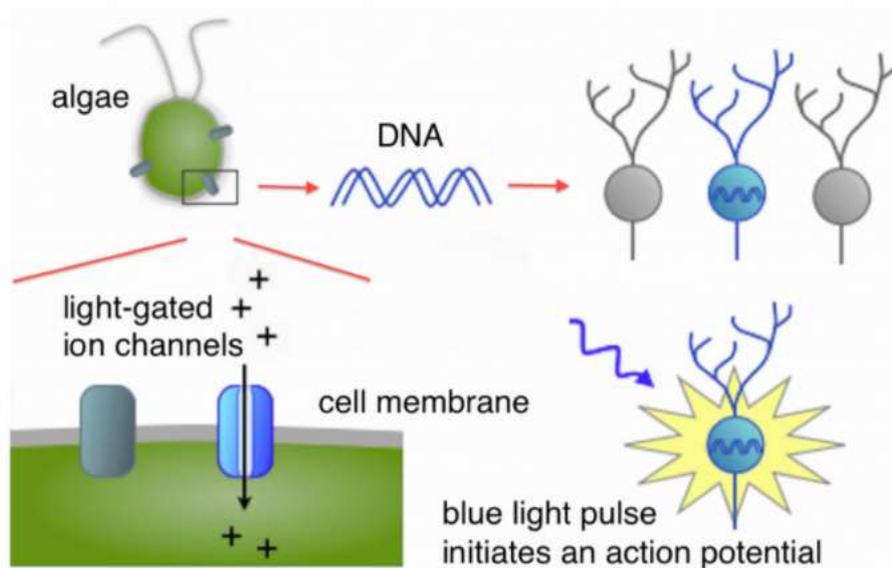
aus: Esmaeili et al. (2020) *Curr. Opin. Neurobiol.*; Staiger & Petersen (2021) *Physiol. Rev.*



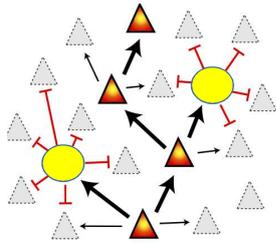
## Auf der mittleren Ebene: Kausalitäten aufklären u.a. mittels **Optogenetik**



## Molecular Machines: Optogenetics & Gated Ion Channels



## Die unerwarteten und erstaunlichen Möglichkeiten der Optogenetik



**Zellmembran**  
Ionenkanäle

Alge

DNA-Strang

Retrovirus

Hirngewebe

Retroviren

Der DNA-Abschnitt für den Ionenkanal wird aus dem Erbgut der Alge *Chlamydomonas reinhardtii* isoliert und in das Genom eines Retrovirus eingeschleust.

Die so veränderten Viren werden direkt in das Gehirn der Versuchstiere, zum Beispiel Mäuse, injiziert und befallen dort Nervenzellen eines bestimmten Typs.

Nervenzelle

Zellkern

Ionenkanäle

Axon

Botenstoff

Licht

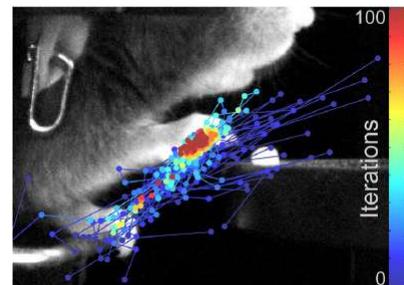
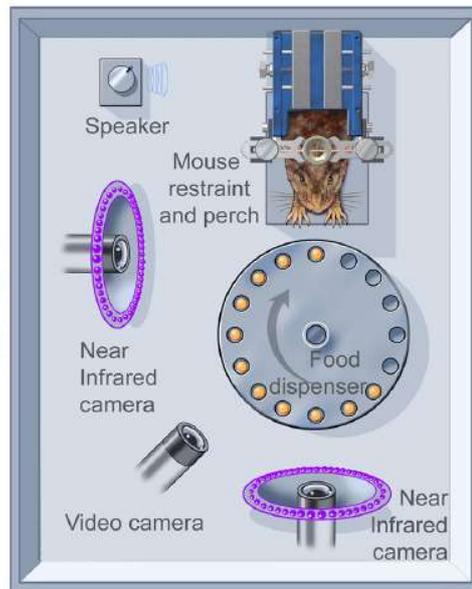
Signalweiterleitung

geschlossener Ionenkanal

geöffneter Ionenkanal

Die Viren gelangen in die Nervenzellen und schleusen ihr Genom in deren Zellkerne ein. Dort wird das Gen für den Ionenkanal abgelesen und in Proteine übersetzt, welche dann die Ionenkanäle bilden.

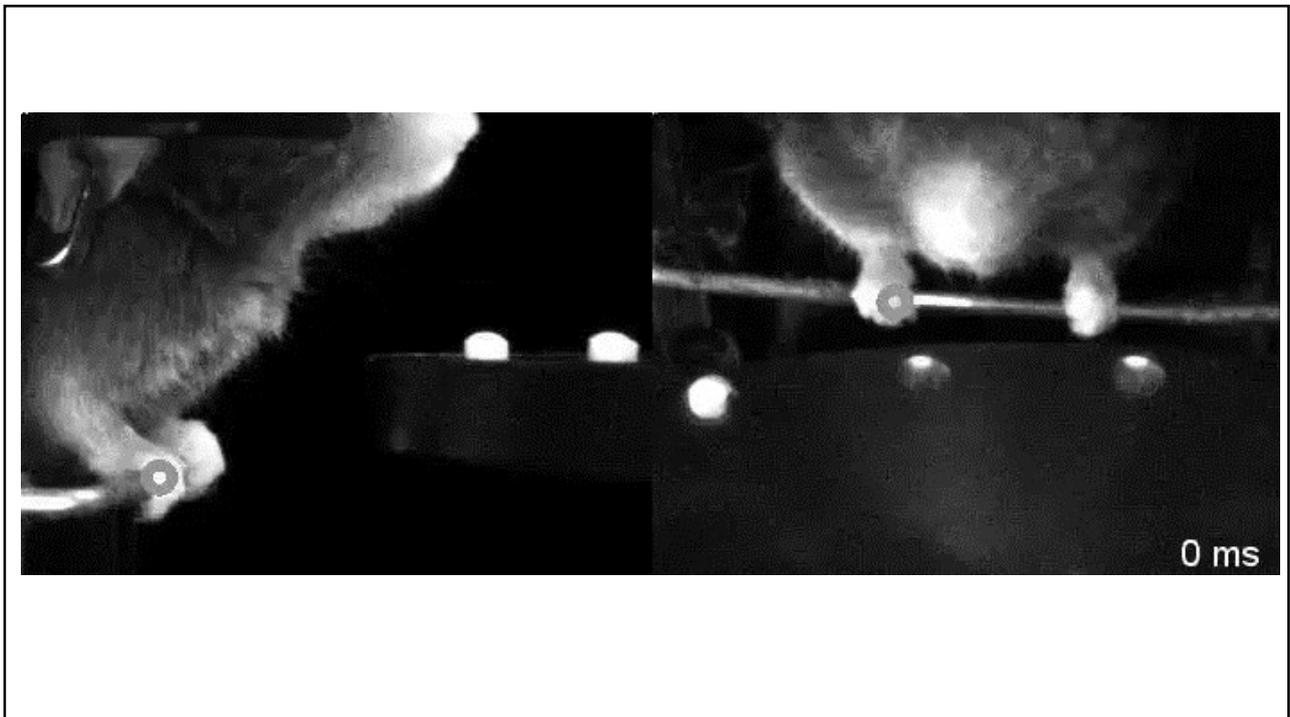
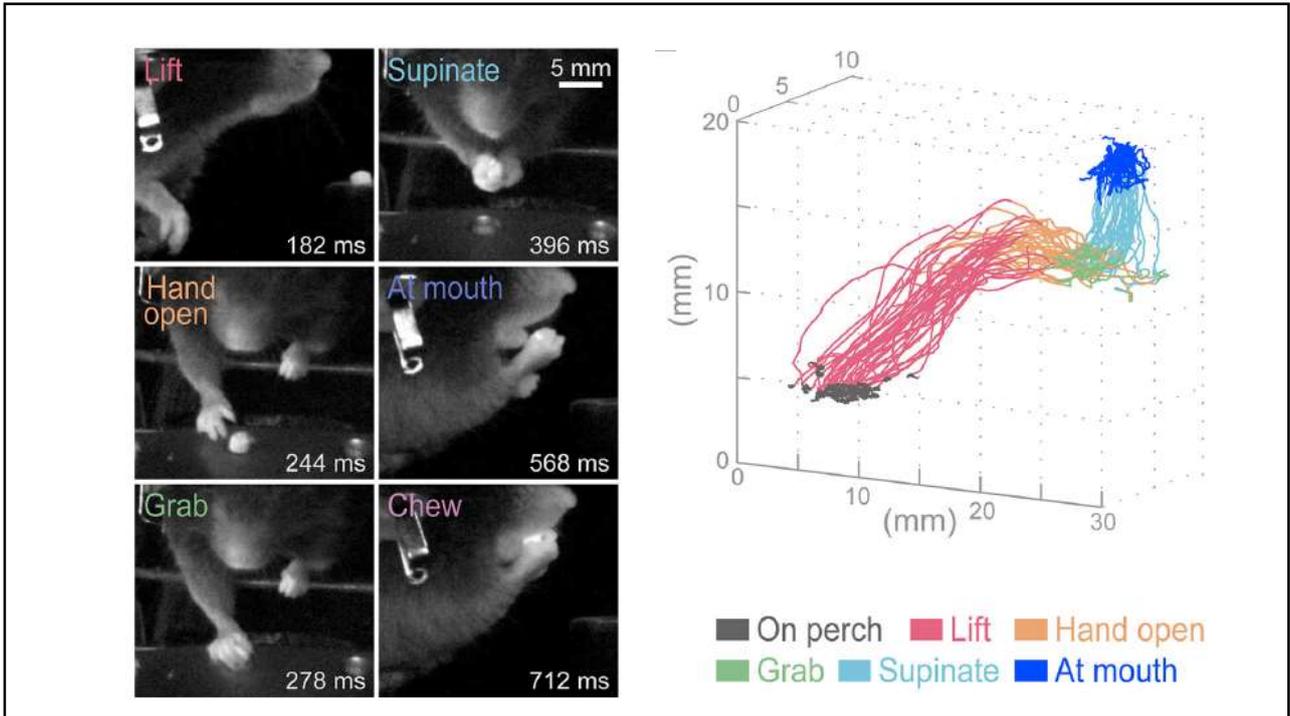
Durch Licht einer bestimmten Wellenlänge öffnen sich die Kanäle, und Ionen strömen ein. Im Gegensatz zu der Alge können Nervenzellen das Signal weiterleiten und auf andere Neurone übertragen.

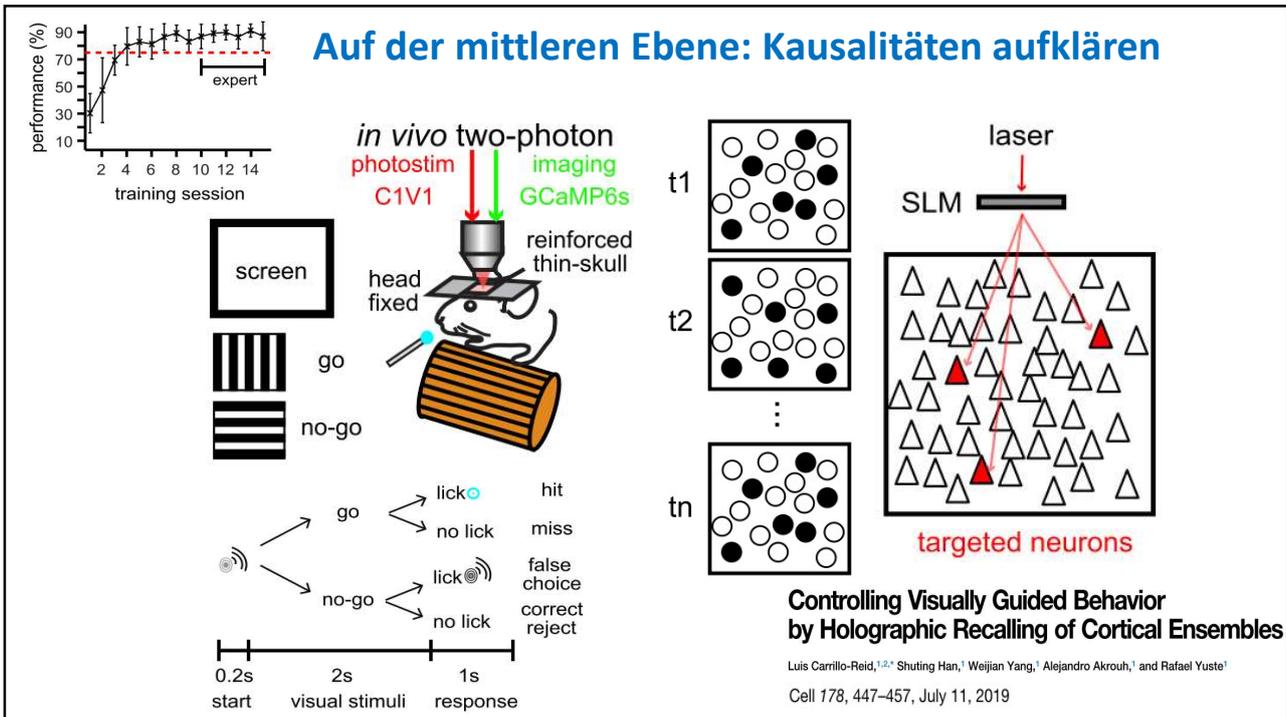
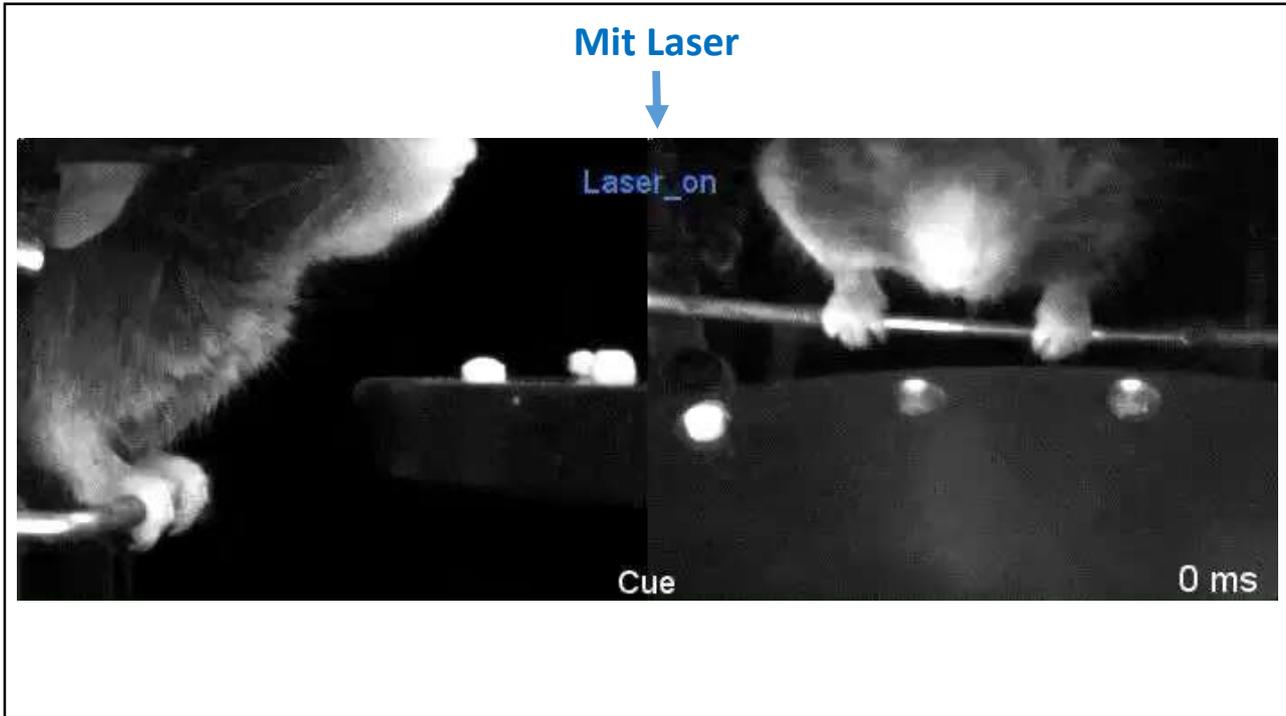


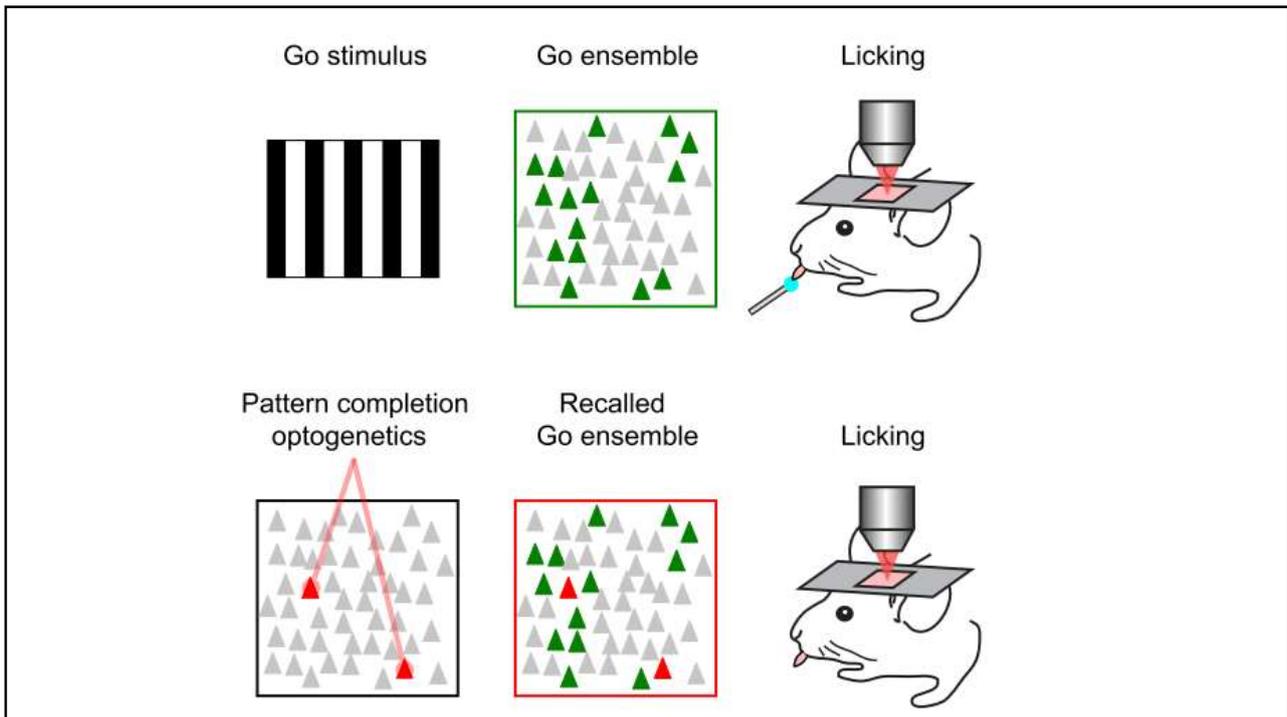
### Cortex commands the performance of skilled movement

Jian-Zhong Guo, Austin R Graves, Wendy W Guo, Jihong Zheng, Allen Lee, Juan Rodriguez-González, Nuo Li, John J Macklin, James W Phillips, Brett D Mensh, Kristin Branson, Adam W Hantman\*

Janelia Research Campus, Howard Hughes Medical Institute, Ashburn, United States  
eLife 2015;4:e10774. DOI: 10.7554/eLife.10774







Neuron 103, 1–11, September 25, 2019

## Can One Concurrently Record Electrical Spikes from Every Neuron in a Mammalian Brain?

### Highlights

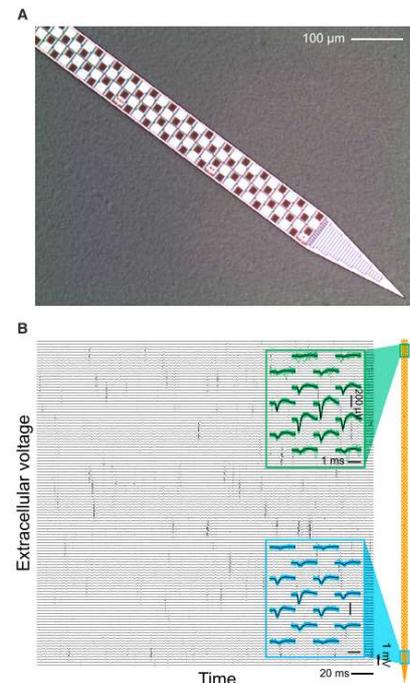
- Physical limits do not preclude simultaneous recordings of all spikes in neocortex
- Future electrodes need nontraditional materials and fabrication procedures

### Authors

David Kleinfeld, Lan Luan, Partha P. Mitra, Jacob T. Robinson, Rahul Sarpeshkar, Kenneth Shepard, Chong Xie, Timothy D. Harris

While no doubt useful,  $[Ca^{2+}]$  transients are only an approximate reflection of spiking (Theis et al., 2016). The advent of genetically

A corollary of our query is that of sufficiency. That is, from what fraction of all cells does one need to record to determine how few neurons are needed to quantize the neuronal basis of perception or behavior? This question is bound up in the issue of the dimensionality of neuronal computations (Ganguli and Sompolinsky,





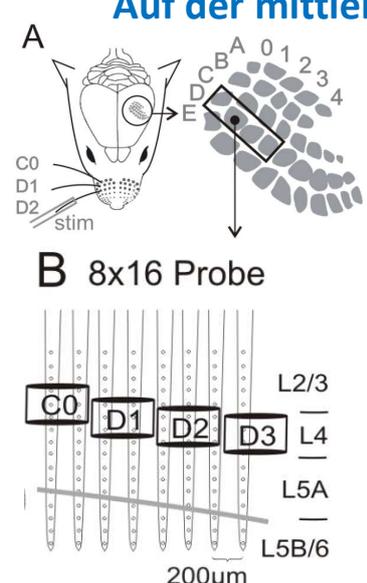
# NEURALINK

## Breakthrough Technology for the Brain



Neuralink - Elon Musk's Computer im Gehi...

### Auf der mittleren Ebene: Die Frage nach der Kodierung



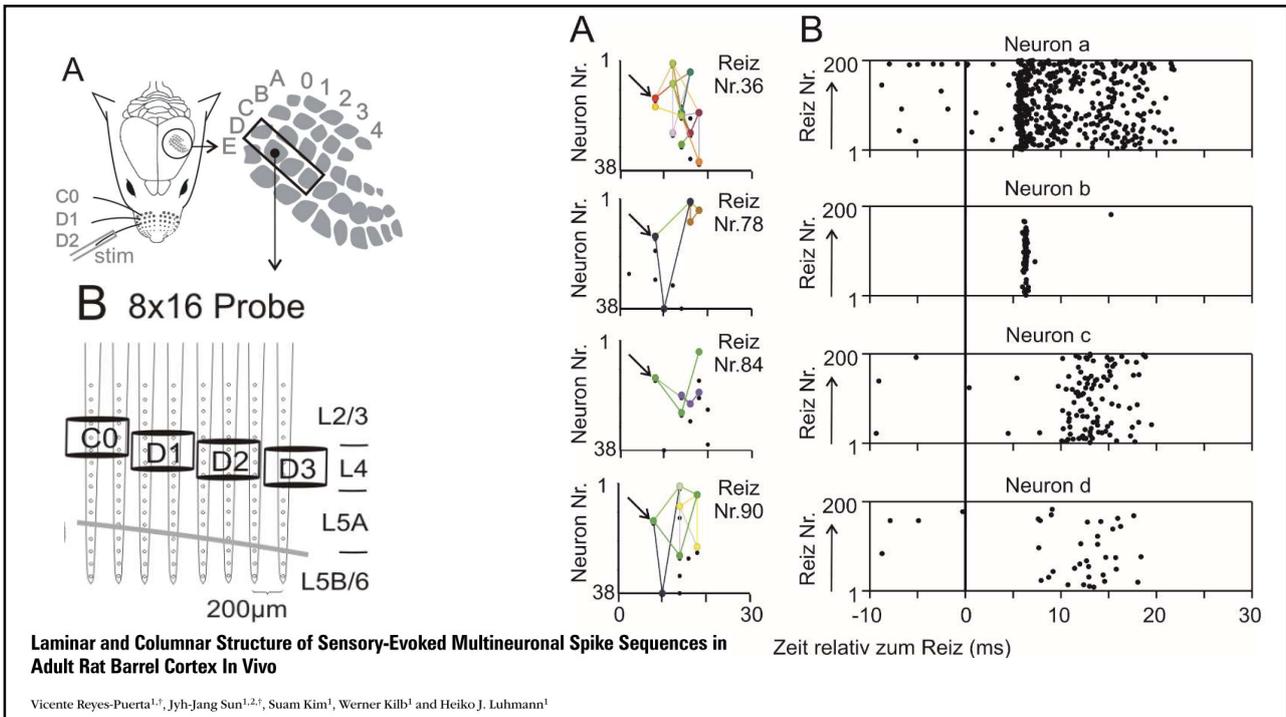
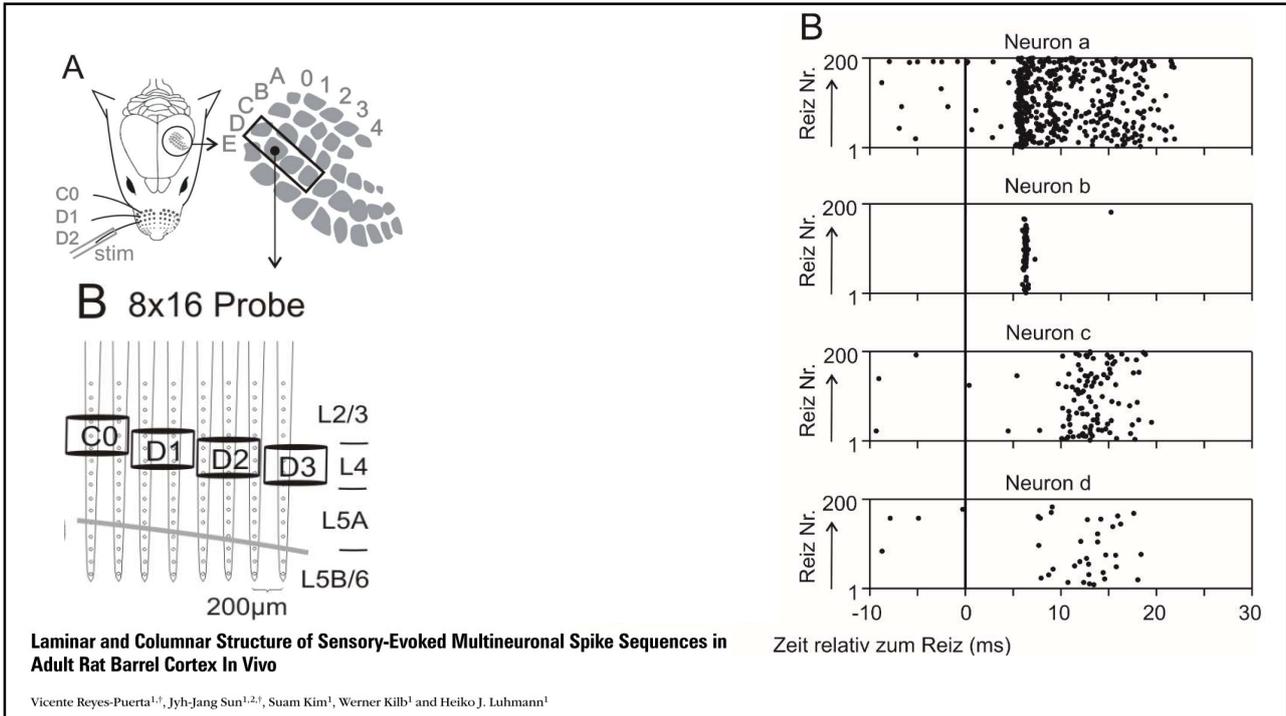
**B 8x16 Probe**

L2/3  
L4  
L5A  
L5B/6

200µm

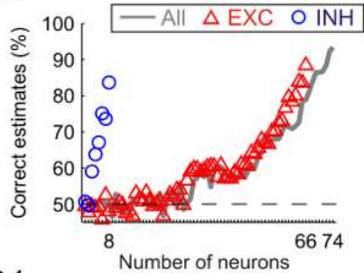
**Laminar and Columnar Structure of Sensory-Evoked Multineuronal Spike Sequences in Adult Rat Barrel Cortex In Vivo**

Vicente Reyes-Puerta<sup>1,3</sup>, Jyh-Jang Sun<sup>1,2,†</sup>, Suam Kim<sup>1</sup>, Werner Kilb<sup>1</sup> and Heiko J. Luhmann<sup>1</sup>

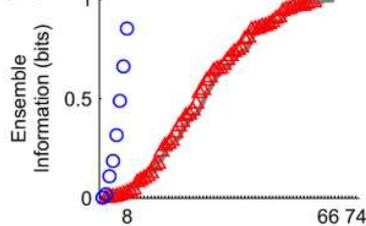


## Wie viele und welche Zellen kodieren die Information?

A1 Ensemble size, ascending order



B1



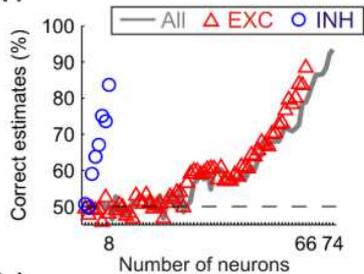
**Acht hemmende Neurone kodieren mit einer Genauigkeit von 85% den Ort der Reizung!**

High Stimulus-Related Information in Barrel Cortex Inhibitory Interneurons

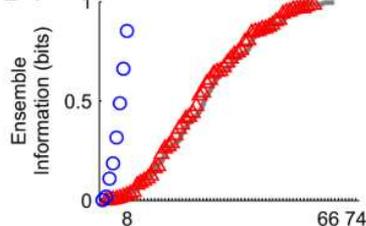
Vicente Reyes-Puerta\*, Suam Kim, Jyh-Jang Sun<sup>†</sup>, Barbara Imbrosci, Werner Kilb, Heiko J. Luhmann\*  
 PLOS Computational Biology | DOI:10.1371/journal.pcbi.1004121 June 22, 2015

## Wie viele und welche Zellen kodieren die Information?

A1 Ensemble size, ascending order



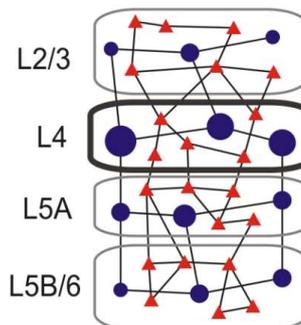
B1



**Acht hemmende Neurone kodieren mit einer Genauigkeit von 85% den Ort der Reizung!**

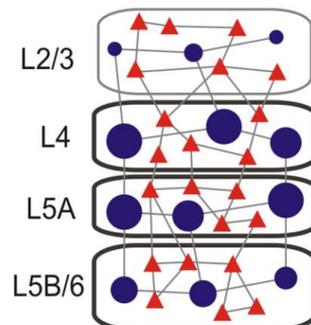
Codierung des Reizortes

B Behaviorally relevant frequencies (4–10 Hz)



Codierung der Reizfrequenz

C <1 to 10 Hz



High Stimulus-Related Information in Barrel Cortex Inhibitory Interneurons

Vicente Reyes-Puerta\*, Suam Kim, Jyh-Jang Sun<sup>†</sup>, Barbara Imbrosci, Werner Kilb, Heiko J. Luhmann\*  
 PLOS Computational Biology | DOI:10.1371/journal.pcbi.1004121 June 22, 2015

**Dr. Philipp Haueis**

Akademischer Rat, Arbeitsgruppe Wissenschaftsphilosophie,  
Abteilung Philosophie, Universität Bielefeld

Was wissen wir über Hirnfunktionen auf der mittleren  
Ebene von Schaltkreisen? Perspektiven aus der Wissen-  
schaftsphilosophie der Neurowissenschaften

Montag · 31. Mai 2021 · 18:15 Uhr

Ganz wesentlich unterstützt wird das Verständnis der Arbeitsweise von Mikroschaltkreisen durch eine detailreiche Modellierung mit Hochleistungsrechnern.



With its funding measure "National Network for Computational Neuroscience", the **BMBF** has initiated four "Centers for Computational Neuroscience" in 2004, for which 40 Million Euros were provided. After 2010, five and later six "Bernstein Centers for Computational Neuroscience" were funded by the **BMBF** with an additional amount of 47.7 Million Euros.

nen von Handlungen vorkommen. So wird sich neben der experimentellen Neurobiologie die theoretische Neurobiologie als Forschungsdisziplin durchsetzen, die dann ähnlich wie die theoretische Physik innerhalb der Physik eine große Eigenständigkeit besitzt.



## MEDIZINISCHE FORTSCHRITTE

Haus. Wahrscheinlich werden wir die wichtigsten molekularbiologischen und genetischen Grundlagen neurodegenerativer Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson verstehen und diese Leiden schneller erkennen, vielleicht von vornherein verhindern oder zumindest wesentlich besser behandeln können.

Ähnliches gilt für einige psychische Krankheiten wie Schizophrenie und Depression. In absehbarer Zeit wird eine

Ebenso werden uns die zu erwartenden weiteren Fortschritte in der Hirnforschung vermehrt in die Lage versetzen, psychische Auffälligkeiten und Fehlentwicklungen, aber auch Verhaltensdispositionen zumindest in ihrer Tendenz vorauszusehen – und »Gegenmaßnahmen« zu ergreifen. Solche Eingriffe in das In-



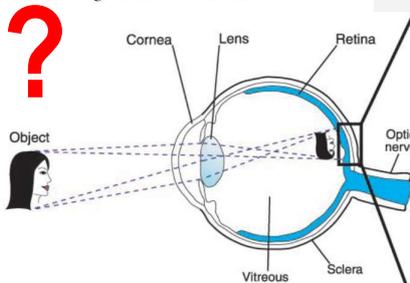
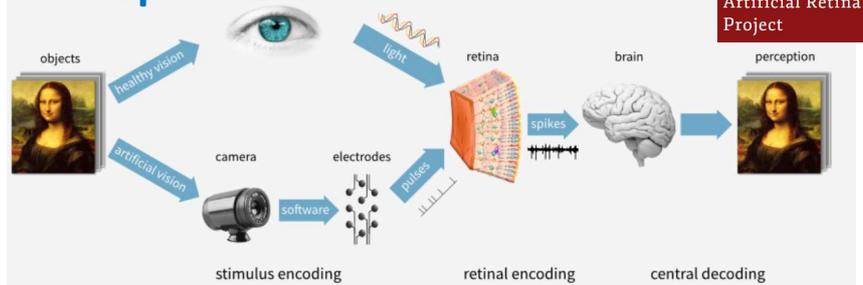
### Prof. Dr. Oliver Tüscher

Diagnose und Therapie der Alzheimer-Krankheit – wo stehen wir?  
Montag · 3. Mai 2021 · 18:15 Uhr



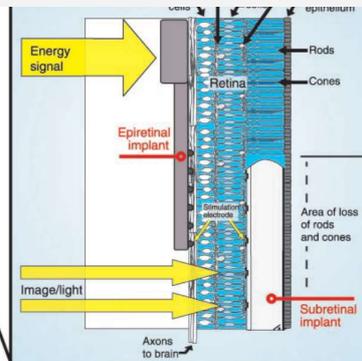
Zudem werden Neuroprothesen wie intelligente Ersatzgliedmaßen oder das künstliche Ohr immer weiter perfektioniert. In zehn Jahren haben wir wahrscheinlich eine künstliche Netzhaut entwickelt, die nicht im Detail programmiert ist, sondern sich nach den Prinzipien des Nervensystems organisiert und lernt. Das wird unseren Blick auf das Sehen, auf die Wahrnehmung, vielleicht auf alle Organisationsprozesse im Gehirn tief greifend verändern.

## Neuroprothesen



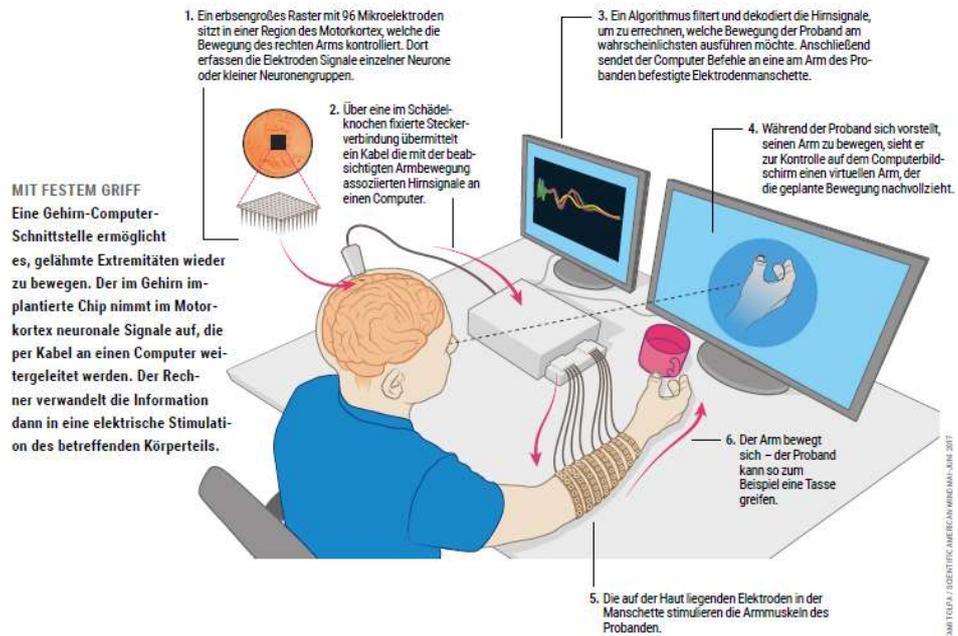
### Will Retinal Implants Restore Vision?

Eberhart Zrenner  
8 FEBRUARY 2002 VOL 295 SCIENCE

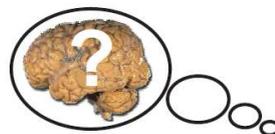


Artificial retina implant © Inserm/JL. Guyomard

## Neuroprothesen



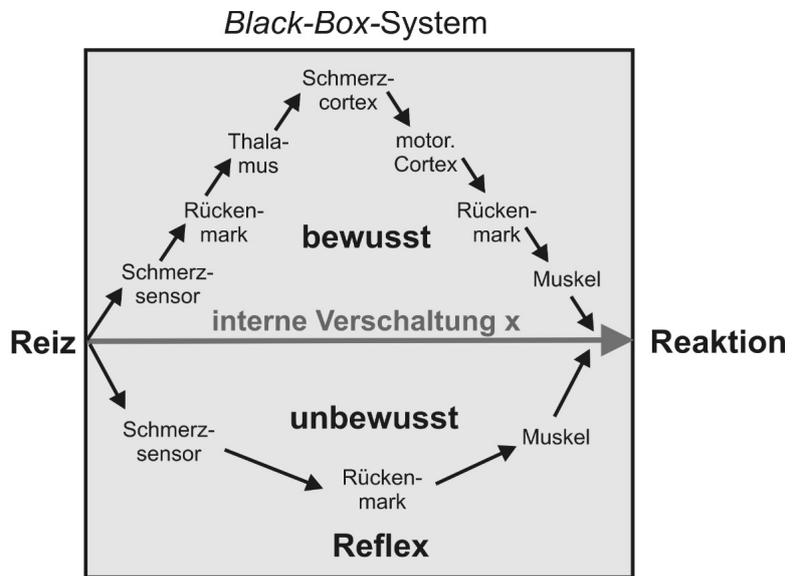
Was werden Hirnforscher eines Tages wissen und können? **In den nächsten 20-30 Jahren, also 2024-2034**



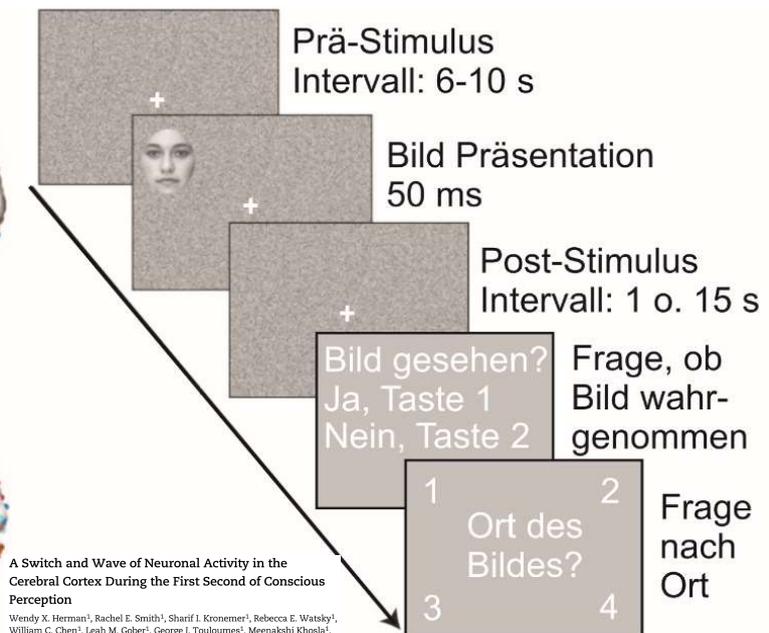
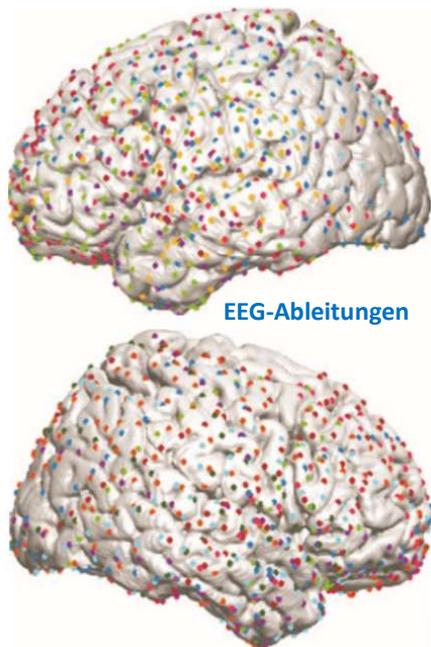
**Das Problem  
Bewusstsein**



## Das Problem Bewusstsein



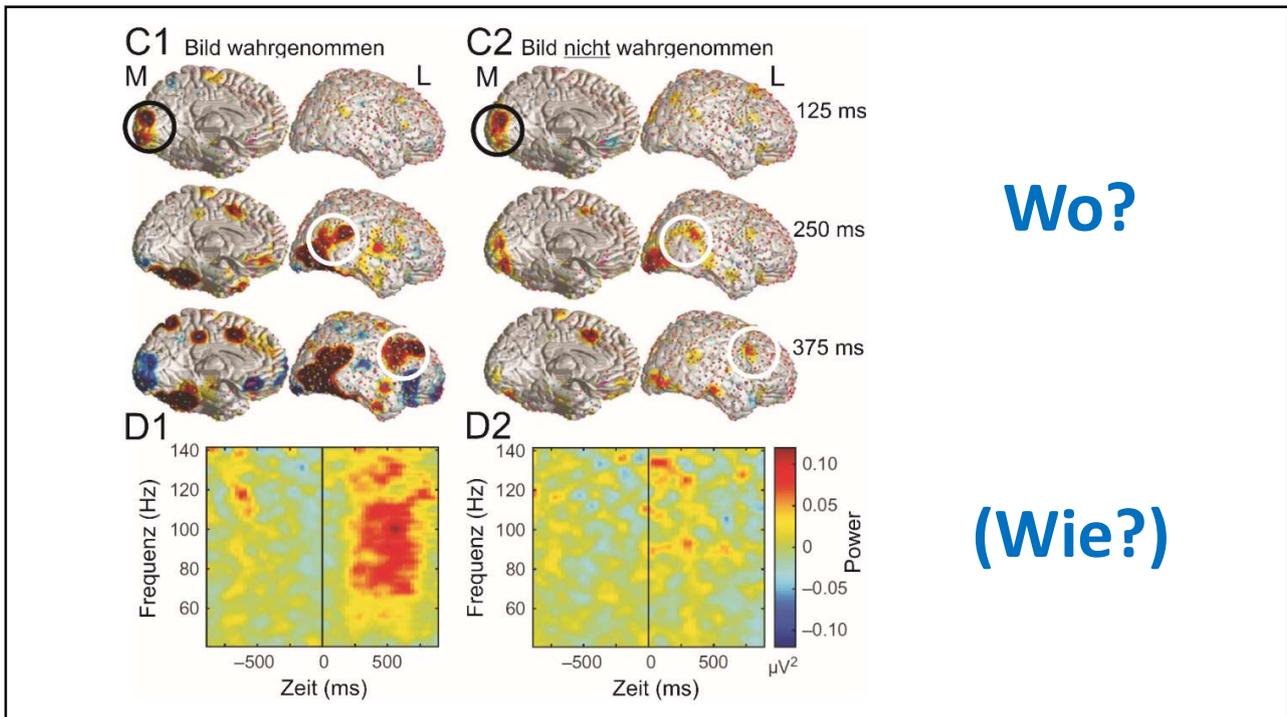
aus: Luhmann (2020) Hirnpotentiale. Springer



A Switch and Wave of Neuronal Activity in the Cerebral Cortex During the First Second of Conscious Perception

Wendy X. Herman<sup>1</sup>, Rachel E. Smith<sup>1</sup>, Sharif I. Kronemer<sup>1</sup>, Rebecca E. Watsky<sup>1</sup>, William C. Chen<sup>1</sup>, Leah M. Gober<sup>1</sup>, George J. Touloumes<sup>1</sup>, Meenakshi Khosla<sup>1</sup>, Anusha Raja<sup>1</sup>, Corey L. Horien<sup>1</sup>, Elliot C. Morse<sup>1</sup>, Katherine L. Botta<sup>1</sup>, Lawrence J. Hirsch<sup>1</sup>, Raafed Alkawadi<sup>1</sup>, Jason L. Gerrard<sup>2</sup>, Dennis D. Spencer<sup>2</sup> and Hal Blumenfeld<sup>1,2,3</sup>

Cerebral Cortex, February 2019;29: 461–474



## DIE NATUR DES GEISTES

Geist und Bewusstsein sind nicht vom Himmel gefallen, sondern haben sich in der Evolution der Nervensysteme allmählich herausgebildet. Das ist vielleicht die wichtigste Erkenntnis der modernen Neurowissenschaften.

Wie entstehen Bewusstsein und Ich-Erleben, wie werden rationales und emotionales Handeln miteinander verknüpft, was hat es mit der Vorstellung des »freien Willens« auf sich? Die großen Fragen der Neurowissenschaften zu stellen ist heute schon erlaubt – dass sie sich bereits in den nächsten zehn Jahren beantworten lassen, allerdings eher unrealistisch. Selbst ob wir sie bis dahin auch nur sinnvoll angehen können, bleibt fraglich. Dazu müssten

## Bewusstsein

### Wann?

aufmerksam  
wach  
Tagträumen  
REM-Schlaf  
Tiefschlaf  
Vollnarkose  
Koma  
Null-Linien-EEG

### Wer?

25-jährige Person  
18-jährige Person  
14-jährige Person  
1,5-jähriges Kind  
Neugeborenes  
Frühgeborenes  
Fötus  
befruchtetes Ei

### Was?

Mensch  
Schimpanse  
Hund  
Maus  
Elster  
Fisch  
Oktopus  
Fliege

aus: Luhmann (2020) Hirnpotentiale. Springer

# Was werden Hirnforscher eines Tages wissen und können? In den nächsten 20-30 Jahren, also 2024-2034

sind. Dies bedeutet, man wird widerspruchsfrei Geist, Bewusstsein, Gefühle, Willensakte und Handlungsfreiheit als natürliche Vorgänge ansehen, denn sie beruhen auf biologischen Prozessen.

Eine vollständige Erklärung der Arbeit des menschlichen Gehirns, das heißt eine durchgängige Entschlüsselung auf der zellulären oder gar molekularen Ebene, erreichen wir dabei dennoch nicht.



schenbilds führen. Sie werden dualistische Erklärungsmodelle – die Trennung von Körper und Geist – zunehmend verwischen. Ein weiteres Beispiel: das Ver-

schütterungen ins Haus. Geisteswissenschaften und Neurowissenschaften werden in einen intensiven Dialog treten müssen, um gemeinsam ein neues Menschenbild zu entwerfen.

Aller Fortschritt wird aber nicht in einem Triumph des neuronalen Reduktionismus enden. Selbst wenn wir irgend-



**Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Prinz**

Direktor Emeritus

Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften

Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Prinz

Stephanstraße 1a

04103 Leipzig

## Neue Ideen tun Not

Um Phänomene wie Bewusstsein und Subjektivität zu erklären, brauchen wir eine neue Rahmentheorie, die kulturelle und soziale Einflüsse berücksichtigt.

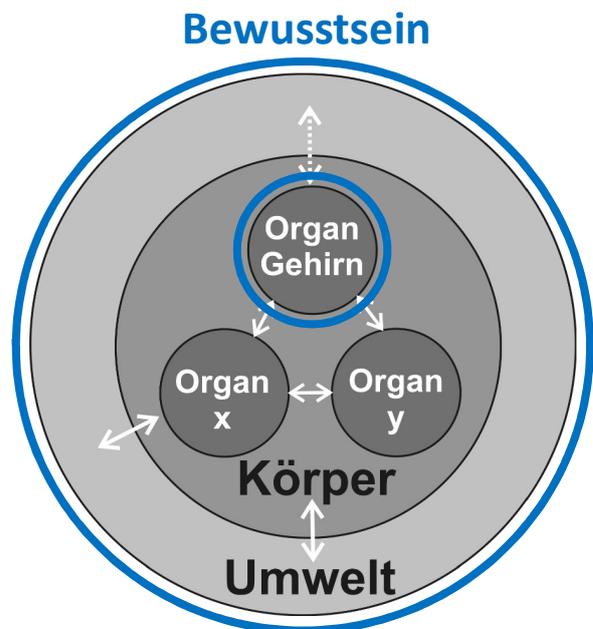
### Prof. Dr. Dr. Thomas Fuchs

Karl-Jaspers-Professor für Philosophische Grundlagen der Psychiatrie und Psychotherapie, Leiter der Sektion »Phänomenologische Psychopathologie und Psychotherapie«, Klinik für Allgemeine Psychiatrie, Universitätsklinikum Heidelberg

Warum die Wirklichkeit nicht im Gehirn ist.

Kritik des Neurokonstruktivismus

Montag · 26. April 2021 · 18:15 Uhr



aus: Luhmann (2020) Hirnpotentiale. Springer

# Das Problem Freier Willen

Brain (1983), 106, 623-642

## TIME OF CONSCIOUS INTENTION TO ACT IN RELATION TO ONSET OF CEREBRAL ACTIVITY (READINESS-POTENTIAL)

### THE UNCONSCIOUS INITIATION OF A FREELY VOLUNTARY ACT

by BENJAMIN LIBET, CURTIS A. GLEASON, ELWOOD W. WRIGHT and  
DENNIS K. PEARL<sup>1</sup>

(From the Neurological Institute, Department of Neuroscience, Mount Zion Hospital and Medical  
Center, the Department of Physiology, School of Medicine, University of California, San Francisco,  
CA 94143 and the Department of Statistics, University of California, Berkeley, CA)

### Neurobiologen: Wir sind nicht frei



Gerhard Roth

„Der freie Wille ist  
eine Illusion.“

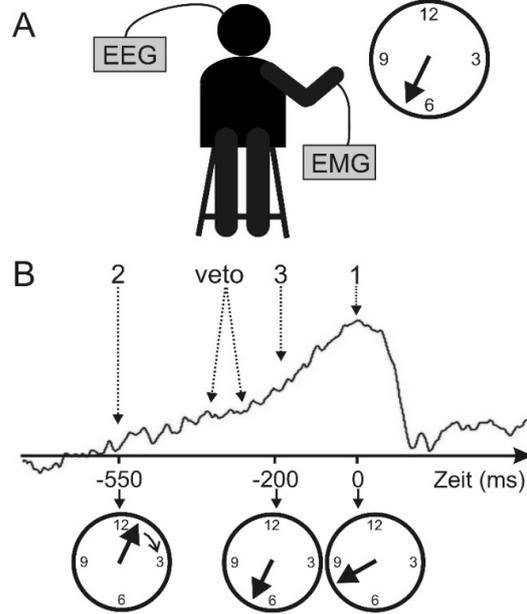


Wolf Singer

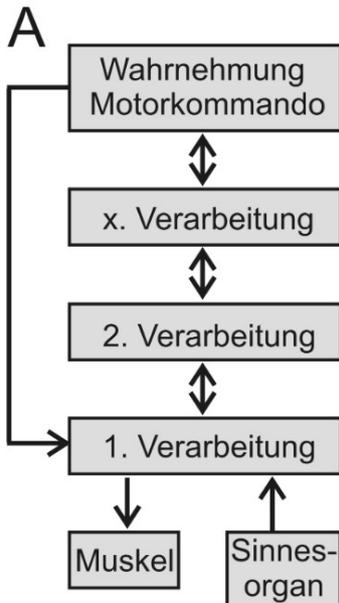
„Unsere ganze Konzeption von Schuld  
und Strafe ist revisionsbedürftig.“

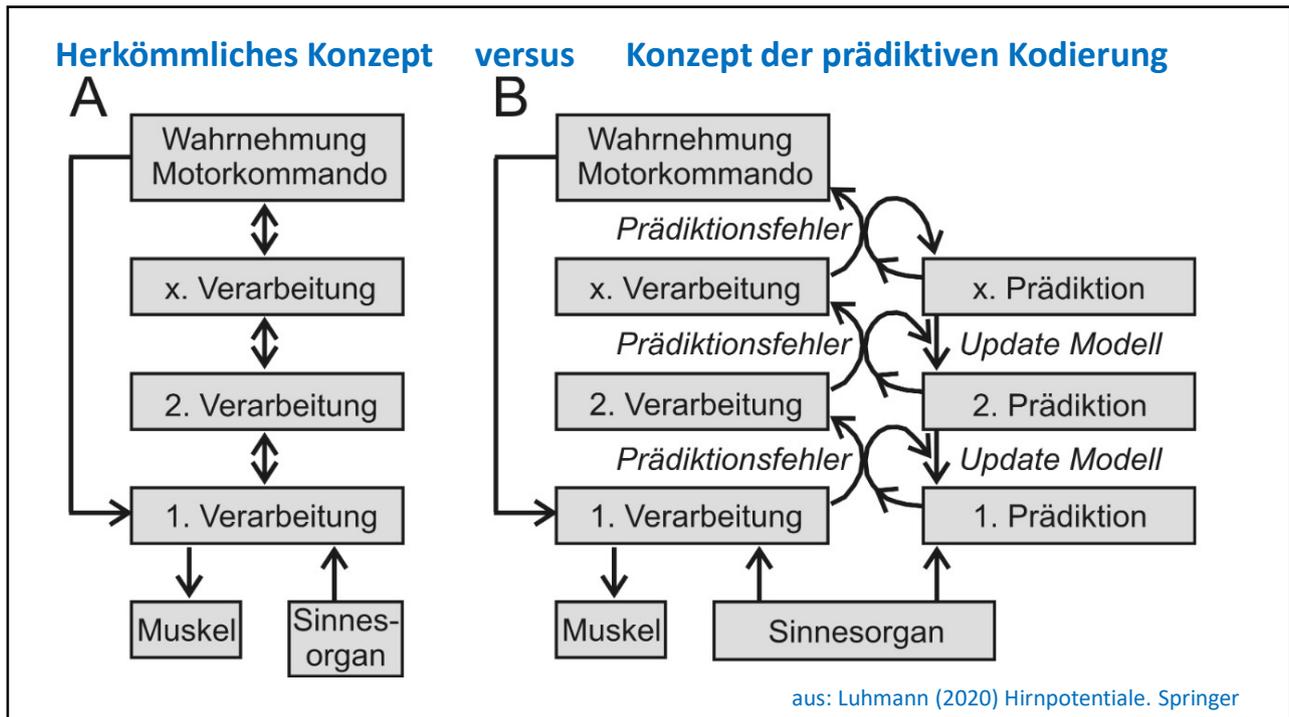


Abteilung Philosophie



## Herkömmliches Konzept





# P Philosophy and Predictive Processing PP

Thomas Metzinger & Wanja Wiese (Eds.), *Philosophy and Predictive Processing*

© 2017 by MIND Group, Frankfurt am Main

Philosophisches Seminar / Gutenberg Research College  
Jakob Welder-Weg 18  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
D-55099 Mainz

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Fragen und Kommentare bitte an  
[fragen-hirnforschung@uni-mainz.de](mailto:fragen-hirnforschung@uni-mainz.de)



Heiko J. Luhmann

# Hirnpotentiale

Die neuronalen Grundlagen  
von Bewusstsein und freiem Willen



- Warum gibt es überhaupt Gehirne?
- Wie kommt die Welt in den Kopf?
- Wie funktioniert der neuronale Code?
- Gilt die Aussage „Ich bin meine Schilddrüse!“?
- Wie entsteht und wann verschwindet Bewusstsein?
- Haben neugeborene Babys ein Bewusstsein?
- Verfügen Mäuse, Fische und Kraken über ein Bewusstsein?
- Benötigen wir einen Bewusstseinsquotienten?
- Haben wir einen freien Willen?
- Ist das Gehirn eine Prädiktionsmaschine?