

Sie sind hier: Startseite / Entdecken / Kommunikation im Gehirn / Star-Wars-Neurone und Jennifer-Aniston-Zellen

Star-Wars-Neurone und Jennifer-Aniston-Zellen

Wie viel Information steckt in einer einzelnen Nervenzelle? Bei ihrer Suche nach einer Antwort stießen Wissenschaftler auf Zellen, die beim Anblick von Jedi-Rittern oder Sitcom-Schauspielerinnen feuerten. Ein Ergebnis, das für Stirnrunzeln sorgte.



Copyright: Meike Ufer

Wann immer sie Jennifer Aniston erblickte, war sie wie elektrisiert – egal, ob die Schauspielerin sich mit langen oder kurzen Haaren zeigte, im Profil oder von weiter weg. Julia Roberts dagegen ließ sie völlig kalt. Nein, die Rede ist nicht von einem überzeugten Fan des Filmstars, sondern von einer Nervenzelle: der Jennifer-Aniston-Zelle. 2005 entdeckte ein Forscherteam um [Rodrigo Quijan Quiroga](#) von der University of Leicester die Zelle im Schläfenlappen eines Menschen. „Ich konnte es nicht fassen“, erinnert sich der Bioingenieur.

Eigentlich hatten die Wissenschaftler gar nicht nach Serienstars im Gehirn gesucht, sondern sie waren einem Rätsel unserer Wahrnehmung auf der Spur: Wie identifiziert unser Gehirn ein Objekt aus nahezu jedem Blickwinkel und in unterschiedlichen Variationen? Warum erkennen wir unsere Freundin auch nach dem Friseurbesuch oder in einem neuen Sommerkleid? Visuelle Invarianz nennen Neurowissenschaftler solche Fragen. Die Studie Quirogas bot eine verblüffende Antwort.

Die Entdeckung der Jennifer-Aniston-Zelle

Schon in früheren Untersuchungen war dem Neurowissenschaftler aufgefallen, dass manche menschlichen Nervenzellen extrem wählerisch sind. So feuerte ein Neuron ausschließlich bei drei verschiedenen Bildern des Ex-Präsidenten Bill Clinton, ein anderes bevorzugte die Beatles, wieder ein anderes den Basketballspieler Michael Jordan.

Quiroga beschloss, das Phänomen systematisch zu überprüfen, an acht Epilepsiepatienten. Aus medizinischen Gründen hatten die Patienten Elektroden in ihrem Gehirn implantiert. „Dadurch hatten wir die Möglichkeit, die Aktivität von Neuronen in einem menschlichen Gehirn abzuleiten“, erklärt Quiroga. Dieses Verfahren ist sonst nur in Tierversuchen möglich. Zuerst präsentierte das Team den Patienten zahlreiche Fotografien von bekannten Bauwerken, Tieren, Prominenten und Objekten. In einem zweiten Durchgang zeigte das Team den Probanden all jene Bilder erneut, auf die mindestens eins von ihren fast tausend abgeleiteten Neuronen im medialen Temporallappen reagiert hatte. Jetzt jedoch boten die Forscher jedes der Motive aus unterschiedlichsten Blickwinkeln und in verschiedensten Varianten dar.

Das Ergebnis: Mehr als jede dritte der Zellen hatte eine ganz spezifische Vorliebe. So entdeckten die Forscher je ein Neuron für den Basketballspieler Kobe Bryant, den Schiefen Turm von Pisa, Spinnen, Seehunde und viele weitere Motive. „Die Jennifer-Aniston-Zelle war die erste, die wir sahen. Ich hätte nie gedacht, dass sie so spezifisch sein würde“, sagt Quiroga: „Das Neuron feuerte eben nicht nur ausschließlich bei Jennifer Aniston, sondern reagierte bei all den unterschiedlichen Bildern von ihr.“

Aniston war keineswegs die einzige Schauspielerin, der sich ein Neuron gewidmet hatte. In einem anderen Patienten stießen die Wissenschaftler auf eine Halle-Berry-Zelle. Diese reagierte auf unterschiedlichste Fotos der

Infos zum Beitrag:



Autor:
Hanna Drimalla

Datum:
21.05.2012

Schlagwörter:
Großmutterzelle
Information
Jennifer Aniston
Neuron
Sehen

Wissenschaftliche
Betreuung:
Prof. Dr. Ad Aertsen

Lizenzbestimmungen
Dieser Inhalt ist unter
folgenden
Nutzungsbedingungen
verfügbar.



Afroamerikanerin, auch in ihrer Verkleidung als Catwoman, auf eine Zeichnung von ihr und sogar auf den Schriftzug „Halle Berry“. „Diese Befunde waren natürlich sehr spektakulär und entsprachen relativ genau dem alten Konzept der so genannten Großmutterzelle“, erinnert sich der Neurowissenschaftler [Moritz von Heimendahl](#) vom Bernstein Center for Computational Neuroscience in Berlin.

Ungeliebte Großmutterzellen

Die „Großmutterzelle“ stammt aus einer Parodie des Kognitionsforschers [Jerome Lettvin](#) (1920-2011) vom Massachusetts Institute of Technology. Darunter verstand der Kognitionswissenschaftler eine einzelne Hirnzelle, die nur auf die eigene Großmutter reagieren würde. Die Annahme stark spezialisierter Zellen beruht auf Tierexperimenten und wurde schon früh formuliert, etwa durch den englischen Hirnforscher [Horace Basil Barlow](#), heute an der University of Cambridge.

Durch Einzelzellableitungen konnten Neurowissenschaftler zeigen, dass der Seheindruck im visuellen System erst allmählich entsteht – wie in einer Fabrik, in der ein Produkt Schritt für Schritt zusammengebaut wird: Die Neuronen zu Beginn entschlüsseln nur Punkte und Striche und geben diese Information weiter, in der späteren Verarbeitung antworten Zellen dann auf immer komplexere Formen. So entdeckte ein Team um [Charles Gross](#) von der Princeton University bei Affen Neurone, die nur auf den Anblick von Gesichtern reagierten. Am Ende des visuellen Pfades, so die Idee, stünde dann der Gesamteindruck von beispielsweise der eigenen Oma mit all ihren Falten und Runzeln.

Doch nicht nur Lettvin scherzte über solch eine „Großmutterzelle“. In der Ausgabe von Nature, in der Quian Quiroga seine Studie veröffentlichte, schreibt der Neurowissenschaftler [Charles E. Connor](#) von der Johns Hopkins University in Baltimore: „Niemand möchte den Verdacht auf sich ziehen, an Großmutterzellen zu glauben.“ Denn würde unser Gehirn so arbeiten, bräuchten wir erstens eine unüberschaubare Anzahl an Zellen: eine für die Großmutter, eine für den Großvater, eine für die Schwester und so weiter. Zweitens müssten immer neue Zellen entstehen, wenn wir jemanden kennenlernen würden. Drittens würden wir unsere Großmutter vergessen, würde die zuständige Zelle absterben.

Auch Quian Quiroga möchte nicht für jemanden gehalten werden, der noch an Großmutterzellen glaubt. Entschieden stellt er klar: „Die Neurone, die wir gefunden haben, sind keine Großmutterzellen. Diese Zellen feuern zwar auf sehr konzeptuelle Weise zu verschiedenen Bildern, beispielsweise von Jennifer Aniston. Aber das bedeutet nicht, dass sie nur bei dieser einen Person feuern können.“

Zusammen mit einem Team um [Stephen Waydo](#) hat Quian Quiroga 2006 hochgerechnet, dass vermutlich nicht nur eine Zelle im medialen Temporallappen auf Jennifer Aniston reagiert: Waydo und seine Kollegen schätzten die Anzahl aller denkbaren Stimuli und stellten sie der Menge an Material gegenüber, die Quirogas Arbeitsgruppe den Epilepsiepatienten gezeigt hatten. Außerdem verglichen sie die Zahl an Neuronen, von denen sie elektrische Signale abgeleitet hatten, mit der Gesamtzahl an Nervenzellen im medialen Temporallappen. Das Ergebnis der Analyse: Nicht eine, sondern vermutlich bis zu zwei Millionen Neuronen repräsentieren den Schätzungen zufolge ein Konzept wie Jennifer Aniston. Ein echtes Zellfeuerwerk, auch wenn diese immer noch weniger als ein Prozent der Zellen im medialen Temporallappen sind.

Zudem antwortet jedes der Neurone wahrscheinlich auf einige Dutzend verschiedene Individuen oder Objekte. So reagierte bei einem Patienten eine Zelle sowohl auf Jennifer Aniston als auch auf Lisa Kudrow, die ebenfalls in der amerikanischen Serie „Friends“ mitspielte.

Wie Konzeptzellen unsere Erinnerungen formen

Weil die Zellen „auf Konzepte feuern“, spricht Quian Quiroga auch lieber von „concept cells“ als von „Halle-Berry-Neuronen“ oder „Jennifer-Aniston-Zellen“. Die Konzepte können offenbar sehr abstrakt sein: 2009 präsentierte die Forschergruppe eine Nervenzelle, die sowohl bei Luke Skywalker als auch bei Yoda feuerte, beides Charaktere der Serie Star Wars. „Wir glauben“, sagt Quian Quiroga, „dass diese Neurone entscheidend sind für das Formen von Erinnerungen. Am Ende des Pfades der visuellen Verarbeitung im medialen Temporallappen können sie die konkrete Wahrnehmung in abstrakte Gedächtnisinhalte umwandeln.“ So erklärt Quiroga sich auch, warum unser Kopf nicht überfüllt ist mit den concept cells: „Diese Art von Neuronen besitzt man nicht für alles, was einen umgibt, sondern nur für relevante Konzepte. Wir erinnern nicht alles, sondern wählen einige Dinge aus, die wichtig für uns sind.“

In unserem Gehirn existieren also tatsächlich Neurone, die besonders stark auf Jennifer Aniston reagieren – sofern wir die Schauspielerin kennen. „Falsch ist jedoch die Vorstellung“, sagt von Heimendahl, „dass eine ganze Hirnregion still und ein einzelnes Neuron in der Mitte aktiv ist. Trotz einer gewissen verblüffenden Spezifität sind am Ende doch immer sehr große Verbände aktiv.“

Wann immer sie Jennifer Aniston erblickte, war sie wie elektrisiert – egal, ob die Schauspielerin sich mit langen oder kurzen Haaren zeigte, im Profil oder von weiter weg. Julia Roberts dagegen ließ sie völlig kalt. Nein, die Rede ist nicht von einem überzeugten Fan des Filmstars, sondern von einer Nervenzelle: der Jennifer-Aniston-Zelle. 2005 entdeckte ein Forscherteam um [Rodrigo Quian Quiroga](#) von der University of Leicester die Zelle im Schläfenlappen eines Menschen. „Ich konnte es nicht fassen“, erinnert sich der Bioingenieur.

Eigentlich hatten die Wissenschaftler gar nicht nach Serienstars im Gehirn gesucht, sondern sie waren einem Rätsel unserer Wahrnehmung auf der Spur: Wie identifiziert unser Gehirn ein Objekt aus nahezu jedem Blickwinkel und in unterschiedlichen Variationen? Warum erkennen wir unsere Freundin auch nach dem Friseurbesuch oder in einem neuen Sommerkleid? Visuelle Invarianz nennen Neurowissenschaftler solche Fragen. Die Studie Quirogas bot eine

verblüffende Antwort.

Die Entdeckung der Jennifer-Aniston-Zelle

Schon in früheren Untersuchungen war dem Neurowissenschaftler aufgefallen, dass manche menschlichen Nervenzellen extrem wählerisch sind. So feuerte ein Neuron ausschließlich bei drei verschiedenen Bildern des Ex-Präsidenten Bill Clinton, ein anderes bevorzugte die Beatles, wieder ein anderes den Basketballspieler Michael Jordan.

Quiroga beschloss, das Phänomen systematisch zu überprüfen, an acht Epilepsiepatienten. Aus medizinischen Gründen hatten die Patienten Elektroden in ihrem Gehirn implantiert. „Dadurch hatten wir die Möglichkeit, die Aktivität von Neuronen in einem menschlichen Gehirn abzuleiten“, erklärt Quiroga. Dieses Verfahren ist sonst nur in Tierversuchen möglich. Zuerst präsentierte das Team den Patienten zahlreiche Fotografien von bekannten Bauwerken, Tieren, Prominenten und Objekten. In einem zweiten Durchgang zeigte das Team den Probanden all jene Bilder erneut, auf die mindestens eins von ihren fast tausend abgeleiteten Neuronen im medialen Temporallappen reagiert hatte. Jetzt jedoch boten die Forscher jedes der Motive aus unterschiedlichsten Blickwinkeln und in verschiedensten Varianten dar.

Das Ergebnis: Mehr als jede dritte der Zellen hatte eine ganz spezifische Vorliebe. So entdeckten die Forscher je ein Neuron für den Basketballspieler Kobe Bryant, den Schiefen Turm von Pisa, Spinnen, Seehunde und viele weitere Motive. „Die Jennifer-Aniston-Zelle war die erste, die wir sahen. Ich hätte nie gedacht, dass sie so spezifisch sein würde“, sagt Quiroga: „Das Neuron feuerte eben nicht nur ausschließlich bei Jennifer Aniston, sondern reagierte bei all den unterschiedlichen Bildern von ihr.“

Aniston war keineswegs die einzige Schauspielerin, der sich ein Neuron gewidmet hatte. In einem anderen Patienten stießen die Wissenschaftler auf eine Halle-Berry-Zelle. Diese reagierte auf unterschiedlichste Fotos der Afroamerikanerin, auch in ihrer Verkleidung als Catwoman, auf eine Zeichnung von ihr und sogar auf den Schriftzug „Halle Berry“. „Diese Befunde waren natürlich sehr spektakulär und entsprachen relativ genau dem alten Konzept der so genannten Großmutterzelle“, erinnert sich der Neurowissenschaftler Moritz von Heimendahl vom Bernstein Center for Computational Neuroscience in Berlin.

Ungeliebte Großmutterzellen

Die „Großmutterzelle“ stammt aus einer Parodie des Kognitionsforschers [Jerome Lettvin](#) (1920-2011) vom Massachusetts Institute of Technology. Darunter verstand der Kognitionswissenschaftler eine einzelne Hirnzelle, die nur auf die eigene Großmutter reagieren würde. Die Annahme stark spezialisierter Zellen beruht auf Tierexperimenten und wurde schon früh formuliert, etwa durch den englischen Hirnforscher [Horace Basil Barlow](#), heute an der University of Cambridge.

Durch Einzelzellableitungen konnten Neurowissenschaftler zeigen, dass der Seheindruck im visuellen System erst allmählich entsteht – wie in einer Fabrik, in der ein Produkt Schritt für Schritt zusammengebaut wird: Die Neuronen zu Beginn entschlüsseln nur Punkte und Striche und geben diese Information weiter, in der späteren Verarbeitung antworten Zellen dann auf immer komplexere Formen. So entdeckte ein Team um [Charles Gross](#) von der Princeton University bei Affen Neurone, die nur auf den Anblick von Gesichtern reagierten. Am Ende des visuellen Pfades, so die Idee, stünde dann der Gesamteindruck von beispielsweise der eigenen Oma mit all ihren Falten und Runzeln.

Doch nicht nur Lettvin scherzte über solch eine „Großmutterzelle“. In der Ausgabe von Nature, in der Quiroga seine Studie veröffentlichte, schreibt der Neurowissenschaftler [Charles E. Connor](#) von der Johns Hopkins University in Baltimore: „Niemand möchte den Verdacht auf sich ziehen, an Großmutterzellen zu glauben.“ Denn würde unser Gehirn so arbeiten, bräuchten wir erstens eine unüberschaubare Anzahl an Zellen: eine für die Großmutter, eine für den Großvater, eine für die Schwester und so weiter. Zweitens müssten immer neue Zellen entstehen, wenn wir jemanden kennenlernen würden. Drittens würden wir unsere Großmutter vergessen, würde die zuständige Zelle absterben.

Auch Quiroga möchte nicht für jemanden gehalten werden, der noch an Großmutterzellen glaubt. Entschieden stellt er klar: „Die Neurone, die wir gefunden haben, sind keine Großmutterzellen. Diese Zellen feuern zwar auf sehr konzeptuelle Weise zu verschiedenen Bildern, beispielsweise von Jennifer Aniston. Aber das bedeutet nicht, dass sie nur bei dieser einen Person feuern können.“

Zusammen mit einem Team um [Stephen Waydo](#) hat Quiroga 2006 hochgerechnet, dass vermutlich nicht nur eine Zelle im medialen Temporallappen auf Jennifer Aniston reagiert: Waydo und seine Kollegen schätzten die Anzahl aller denkbaren Stimuli und stellten sie der Menge an Material gegenüber, die Quirogas Arbeitsgruppe den Epilepsiepatienten gezeigt hatten. Außerdem verglichen sie die Zahl an Neuronen, von denen sie elektrische Signale abgeleitet hatten, mit der Gesamtzahl an Nervenzellen im medialen Temporallappen. Das Ergebnis der Analyse: Nicht eine, sondern vermutlich bis zu zwei Millionen Neuronen repräsentieren den Schätzungen zufolge ein Konzept wie Jennifer Aniston. Ein echtes Zellfeuerwerk, auch wenn diese immer noch weniger als ein Prozent der Zellen im medialen Temporallappen sind.

Zudem antwortet jedes der Neurone wahrscheinlich auf einige Dutzend verschiedene Individuen oder Objekte. So reagierte bei einem Patienten eine Zelle sowohl auf Jennifer Aniston als auch auf Lisa Kudrow, die ebenfalls in der amerikanischen Serie „Friends“ mitspielte.

Wie Konzeptzellen unsere Erinnerungen formen

Weil die Zellen „auf Konzepte feuern“, spricht Quian Quiroga auch lieber von „concept cells“ als von „Halle-Berry-Neuronen“ oder „Jennifer-Aniston-Zellen“. Die Konzepte können offenbar sehr abstrakt sein: 2009 präsentierte die Forschergruppe eine Nervenzelle, die sowohl bei Luke Skywalker als auch bei Yoda feuerte, beides Charaktere der Serie Star Wars. „Wir glauben“, sagt Quian Quiroga, „dass diese Neurone entscheidend sind für das Formen von Erinnerungen. Am Ende des Pfades der visuellen Verarbeitung im medialen Temporallappen können sie die konkrete Wahrnehmung in abstrakte Gedächtnisinhalte umwandeln.“ So erklärt Quiroga sich auch, warum unser Kopf nicht überfüllt ist mit den concept cells: „Diese Art von Neuronen besitzt man nicht für alles, was einen umgibt, sondern nur für relevante Konzepte. Wir erinnern nicht alles, sondern wählen einige Dinge aus, die wichtig für uns sind.“

In unserem Gehirn existieren also tatsächlich Neurone, die besonders stark auf Jennifer Aniston reagieren – sofern wir die Schauspielerin kennen. „Falsch ist jedoch die Vorstellung“, sagt von Heimendahl, „dass eine ganze Hirnregion still und ein einzelnes Neuron in der Mitte aktiv ist. Trotz einer gewissen verblüffenden Spezifität sind am Ende doch immer sehr große Verbände aktiv.“

DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE

Einzelne Neurone im medialen Temporallappen des Menschen reagieren spezifisch auf bestimmte Personen und Objekte.

Hierbei handelt es sich jedoch nicht um die häufig verspottete Idee einer „Großmutterzelle“, die nur die eigene Oma erkennt.

Stattdessen reagieren mehrere dieser Zellen auf abstrakte Konzepte und bilden so die Grundlage für unser Gedächtnis.

JENNIFER-ANISTON-ZELLEN IM MÄUSEGehirn

Nach einer vergleichbaren Jennifer-Aniston-Zelle im Rattengehirn hat eine Arbeitsgruppe um den Neurowissenschaftler [Michael Brecht](#) vom Bernstein Center for Computational Neuroscience gesucht. Die Forscher hofften, Zellen zu finden, die auf verschiedene Artgenossen unterschiedlich reagieren würden. „Für die meisten Forscher“, sagt Brechts Mitarbeiter von Heimendahl, „sind alle Ratten weiß. Doch die Ratten sind in der Lage sich an andere Ratten zu erinnern und diese zu unterscheiden.“ Aber die Suche verlief erfolglos: Keine der Zellen im Hippocampus feuerte nur bei einer bestimmten Ratte. „Vielleicht haben wir nicht lange genug gesucht“, gibt von Heimendahl zu bedenken, „möglicherweise unterscheiden sich aber auch der Hippocampus von Nagetieren und der vom Menschen.“

Eventuell fehlte den Ratten auch ihr Kennenlernritual. Denn Ratten beriechen sich gegenseitig zur Begrüßung an allen Körperöffnungen. Im Experiment hatten die Wissenschaftler sie jedoch auf zwei Plattformen gesetzt, so dass sie sich nur mit der Schnauze beschnüffeln konnten. „Vielleicht haben sie deshalb die anderen Ratten nie wirklich ‚kennengelernt‘“, meint von Heimendahl.

Zum Weiterlesen:

Von Heimendahl, M. et al.: Weak and Nondiscriminative Responses to Conspecifics in the Rat Hippocampus. In: The Journal of Neuroscience, 32(6), S. 2129-2141, 2012 ([abstract](#))

Quian Quiroga, R. et al.: Explicit Encoding of Multisensory Percepts by Single Neurons in the Human Brain. In: Current Biology, 19, S.1308-1313, 2009 ([full text](#))

Barlow, H. B.: Single units and sensation: A neuron doctrine for perceptual psychology? In: Perception, 1, S. 371 - 394, 1972 ([full text](#))

www.dasgehirn.info ist ein gemeinsames Projekt der Gemeinnützigen Hertie Stiftung, des ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe und der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft