

Zuletzt aktualisiert: 19.07.2013 um 13:06 Uhr

## Forscher bilden Erinnerungsmuster am Computer nach

Den Vorgang der Erinnerung haben Forscher von der TU Graz am Computer nachgebildet - und damit ein Stück Vorarbeit für das EU-Flaggschiff-Forschungsvorhaben, das "Human Brain Project" geleistet.



Foto © APA Sujetbild

Erinnerung verankert sich in unserem Gehirn nicht als ein statisches Bild, sondern als "Film": Neuronale Netzwerke speichern Erlebnisse in Form einer räumlich-zeitlichen Abfolge, also ein Muster von Aktivierung, das sich als "Spur" durch die Nervenzellen legt. Diesen Mechanismus haben Forscher von der TU Graz nun am Computer nachgebildet - und damit ein wesentliches Stück Vorarbeit für das EU-Flaggschiff-Forschungsvorhaben, das "Human Brain Project" geleistet. "Statt der künstlichen digitalen Speicherung, die nur Eins oder Null kennt, spielt hier der zeitliche Abfolge-Charakter eine große Rolle", erklärte Wolfgang Maass vom Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung im Gespräch mit der APA.

Gemeinsam mit Stefan Klampfl vom Grazer "Know-Center" gelang Maass ein Computermodell, in dem diese "Erinnerungsspuren" in "biologisch realistischen" neuronalen Schaltkreisen

nachgemacht werden - sie beruhen auf bekannten biologischen Regeln zur Veränderung von Synapsen beim Lern- und Speicherprozess. Denn der Output der Neuronen ist nicht eine einzelne Information, sondern eine ganze Kette von Impulsen, die ein bestimmtes Muster bilden. Um dieses Muster zu erzeugen, treten die Neuronen in eine Art "Wettbewerb": aktivierte Zellen unterdrücken andere und steuern damit die zeitliche Abfolge der Impulse. Dadurch wird jeweils die beste "Spur" - in diesem Fall jenes Muster, das zu dem als Erinnerung gespeicherten Erlebnis am besten passt - erzeugt.

## **Neue Perspektiven**

Für die digitale Wissensspeicherung könnten diese Erkenntnisse der Hirnforschung ganz neue Perspektiven eröffnen: Werden Informationen in Rechnern bisher als Folge einzelner Bits gespeichert, könnte man künftig möglicherweise ebenso wie in biologischen Schaltkreisen eine Codierung in räumlich-zeitlichen Mustern erreichen - das Modell, das Maass und Klampfl in der aktuellen Ausgabe des "Journal of Neuroscience" vorstellen, weist den Weg in diese Richtung. "Es ist wie wenn einer auf eine Trommel schlägt - ein Schlag ist zu hören - oder wenn viele auf eine Trommel schlagen, nicht in völligem Einklang, sondern als Ablauf", erklärt Maass den Unterschied zwischen dem "künstlichen" und dem "biologisch realistischen" Ansatz der Netzwerksimulation.

Parallel arbeitet das Team, das im Rahmen des mit rund einer Forschungsmilliarde ausgestatteten europäischen "Human Brain Project" für den Bereich "Brain Computing Principles" verantwortlich ist, auch an anderen Effekten, die in den umfassenden digitalen Nachbau des menschlichen Gehirns einfließen sollen. "Dabei geht es dann auch mehr um funktionelle Faktoren, etwa, wie Sinneseindrücke verarbeitet und wie Entscheidungen getroffen werden", so Maass. Das aktuelle Modell fungiert dabei nicht zuletzt als Konzeptnachweis ("proof of concept") für die ambitionierte neuronale Simulations-Großbaustelle.

## Grazer Forscher bilden biologische Erinnerungsmuster am Computer nach

19. Juli 2013, 15:04

### In neuronalen Netzwerken wird Erinnerung als "Spur" von Aktivierungsmustern gespeichert

Erinnerung verankert sich in unserem Gehirn nicht als ein statisches Bild, sondern als "Film": Neuronale Netzwerke speichern Erlebnisse in Form einer räumlich-zeitlichen Abfolge, also ein Muster von Aktivierung, das sich als "Spur" durch die Nervenzellen legt. Diesen Mechanismus haben Forscher von der TU Graz nun am Computer nachgebildet - und damit ein wesentliches Stück Vorarbeit für das EU-Flaggschiff-Forschungsvorhaben, das "Human Brain Project" geleistet. "Statt der künstlichen digitalen Speicherung, die nur Eins oder Null kennt, spielt hier der zeitliche Abfolge-Charakter eine große Rolle", erklärte Wolfgang Maass vom Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung im Gespräch mit der APA.

Gemeinsam mit Stefan Klampfl vom Grazer "Know-Center" gelang Maass ein Computermodell, in dem diese "Erinnerungsspuren" in "biologisch realistischen" neuronalen Schaltkreisen nachgemacht werden - sie beruhen auf bekannten biologischen Regeln zur Veränderung von Synapsen beim Lern- und Speicherprozess. Denn der Output der Neuronen ist nicht eine einzelne Information, sondern eine ganze Kette von Impulsen, die ein bestimmtes Muster bilden. Um dieses Muster zu erzeugen, treten die Neuronen in eine Art "Wettbewerb": aktivierte Zellen unterdrücken andere und steuern damit die zeitliche Abfolge der Impulse. Dadurch wird jeweils die beste "Spur" - in diesem Fall jenes Muster, das zu dem als Erinnerung gespeicherten Erlebnis am besten passt - erzeugt.

### "Human Brain Project"

Für die digitale Wissensspeicherung könnten diese Erkenntnisse der Hirnforschung ganz neue Perspektiven eröffnen: Werden Informationen in Rechnern bisher als Folge einzelner Bits gespeichert, könnte man künftig möglicherweise ebenso wie in biologischen Schaltkreisen eine Codierung in räumlich-zeitlichen Mustern erreichen - das Modell, das Maass und Klampfl in der aktuellen Ausgabe des "Journal of Neuroscience" vorstellen, weist den Weg in diese Richtung. "Es ist wie wenn einer auf eine Trommel schlägt - ein Schlag ist zu hören - oder wenn viele auf eine Trommel schlagen, nicht in völligem Einklang, sondern als Ablauf", erklärt Maass den Unterschied zwischen dem "künstlichen" und dem "biologisch realistischen" Ansatz der Netzwerksimulation.

Parallel arbeitet das Team, das im Rahmen des mit rund einer Forschungsmilliarde ausgestatteten europäischen "Human Brain Project" für den Bereich "Brain Computing Principles" verantwortlich ist, auch an anderen Effekten, die in den umfassenden digitalen Nachbau des menschlichen Gehirns einfließen sollen. "Dabei geht es dann auch mehr um funktionelle Faktoren, etwa, wie Sinneseindrücke verarbeitet und wie Entscheidungen getroffen werden", so Maass. Das aktuelle Modell fungiert dabei nicht zuletzt als Konzeptnachweis ("proof of concept") für die ambitionierte neuronale Simulations-Großbaustelle. (APA, 19.7. 2013)



**Fleisch, Milch, Fisch, Eier:** Gegen all diese Köstlichkeiten kann man allergisch sein – mit im schlimmsten Fall lebensbedrohlichen Konsequenzen.

/// CORDO

#### LEXIKON

Eine Allergie ist eine Überreaktion des Menschen auf körperfremde Proteine, die an sich ungefährlich sind. Beim Erstkontakt werden Antikörper des Typs IgE gebildet („Sensibilisierung“), die bei weiterem Kontakt allergische Reaktionen auslösen.

**Die Symptome:** Hautausschläge, Schwellungen der Schleimhäute, Verdauungsprobleme, Atembeschwerden – bis hin zum lebensbedrohlichen anaphylaktischen Schock.

**Viele Naturstoffe** können Allergien auslösen – am verbreitetsten sind Pollen (Gräser, Birke, Raupsch), häufiger werden Allergien gegen tierische Lebensmittel – Eier, Fleisch, Fisch, Milch.

**Manche Allergien** treten gehäuft bei Säuglingen und Kleinkindern auf und „wachsen“ sich dann aus. Andere Allergien entwickeln sich mit höherem Lebensalter.

**Nicht beteiligt** ist das Immunsystem bei Unverträglichkeiten von manchen Lebensmittelbestandteilen – etwa Fruktose, Laktose oder Histamin.

geführt werden, um sicher zu wissen, ob man auf Fleisch allergisch ist. „Das Problem ist, dass man die Moleküle im Fleisch, die die Allergien auslösen, noch gar nicht kennt: Unser Ziel ist es daher, diese erstmals zu identifizieren.“ Dazu werden Extrakte aus verschiedenen Fleischsorten hergestellt, im Labor wird untersucht, welche Moleküle darin mit IgE-Antikörpern der Betroffenen reagieren. „Wir arbeiten eng mit dem Allergiezentrum Floridsdorf zusammen, dort sind Wolfgang Hemmer in den letzten Jahren immer

mehr Fleischallergiker aufgefallen. Die Blutseren der Patienten können wir nun für die Forschung nutzen.“

Erste Ergebnisse zeigen, dass der moderne Proteomics-Ansatz (Identifizierung von Proteinen mittels biochemischer Methoden) funktioniert: Einzelne Proteine, auf die sich die IgE-Antikörper stützen, konnten schon identifiziert werden. Bisher nimmt man an, dass maximal acht Prozent aller Nahrungsmittelallergiker auf Fleisch allergisch sind, doch da die Diagnose bisher schlecht war, könnten

#### ALLERGIEFORSCHUNG

### ÖSTERREICHISCHE HOTSPOTS

In der Allergieforschung gibt es in Österreich zwei international renommierte Hotspots: an der Med-Uni Wien (um Rudolf Valenta) und an der Uni Salzburg (Fatima Ferreira). Derzeit entwickelt sich ein neuer Hotspot an der FH Campus Wien (Ines Swoboda). In derzeit vier Christian-Doppler-Labors (in Wien, Salzburg und am IFA Tulln) werden die Methoden in Kooperation mit Firmen weiterentwickelt.

Im Gefolge der Forschung konnten sich einige Unternehmen etablieren – etwa der Wiener Impfstoffhersteller Biomay oder der Hersteller von Allergietest-Chips Phadia Austria.

Die Tradition der heimischen Allergieforschung lässt sich auf den Wiener Kinderarzt Clemens von Pirquet zurückführen, der 1906 den Begriff „Allergie“ geprägt hat.

diese Zahl bald anders aussehen. „Die Diagnose mit Einzelmolekülen, die wir nun sauber produzieren wollen, ist sicher genauer als die mit herkömmlichen Fleischextrakten“, sagt Swoboda.

In Zukunft könnten die neu gefundenen, Fleischallergien auslösenden Moleküle auch Basis für die Entwicklung von Molekülen sein, die die Therapie in Form einer Hyposensibilisierung ermöglichen könnten. Diese Me-

#### Künstlich hergestellte

Proteine oder Teile von ihnen ermöglichen eine Therapie.

thode wird bei Gräser- und Pollenallergien bereits angewendet: Man verabreicht kleine Mengen des Allergenextraktes (oral oder als Impfung) über längere Zeiträume. Dadurch wird das Immunsystem veranlasst, IgG-Antikörper zu bilden. Diese vernichten Zellen nicht, sondern heften sich normalerweise an Oberflächenproteine von Viren oder Bakterien, um sie für andere Immunzellen besser sichtbar zu machen. Stellt der Körper nun eine Heerschar an IgG-Antikörper bereit, die sich an die Oberfläche der Allergene heften, bleiben keine Bindungsstellen mehr frei, an die IgE-Antikörper andocken können, die zur Allergie führen. Die Med-Uni Wien veröffentlichte im Oktober 2012 erste Beweise, dass eine solche Hyposensibilisierung bei Apfelallergie, einer sehr häufigen Nahrungsmittelallergie, klappen kann und die Lebensqualität der Betroffenen bald verbessert werden könnte.

**Antikörper.** Hochwallner geht in ihrem Projekt den gleichen Weg: Sie will es schaffen, im Blut der Kuhmilchallergiker IgG-Antikörper produzieren zu lassen, die sich an die Bindungsstellen der Kuhmilchallergene setzen. Derzeit werde die Hyposensibilisierung direkt mit Kuhmilch nur im Rahmen klinischer Studien durchgeführt, doch da gebe es oft schwere Nebenwirkungen. „Wenn wir die Kuhmilchallergene genau identifiziert haben, können wir die Therapie mit den reinen modifizierten Proteinen oder auch mit ungefährlichen Teilstücken der Proteine durchführen“, so Hochwallner. Die Impfung soll dafür sorgen, dass der Körper passende IgG-Antikörper bereitstellt und bei Einnahme von Kuhmilch diese schneller an die Milchproteine andocken als die allergisch machenden IgE, sodass die allergische Reaktion ausbleibt. Damit stehen die Chancen für Nahrungsmittelallergiker gut, dass sie nach einigen Jahren nicht mehr bei jedem Einkauf und Restaurantbesuch die Zutatenlisten studieren müssen, sondern wieder unbeschwert ein Steak in Rahmsauce essen können.

## Ein Film im Gehirn: Erinnerungen als raumzeitliche Muster

Grazer Forscher konnten zeigen, wie Konkurrenz von Neuronen zum Gedächtnis beiträgt: ein wichtiger Baustein im **Human Brain Project**. ➔ VON M. KUGLER

Die biologische Basis für das Langzeitgedächtnis ist die sogenannte Plastizität des Gehirns: Wie Eric Kandel, US-Nobelpreisträger mit österreichischen Wurzeln, herausgefunden hat, sind die Neuronen im Gehirn nicht fix „verdrahtet“, vielmehr ändert sich ständig, welche Nervenzellen wie stark mit anderen über sogenannte Synapsen verbunden sind. Die Wiederholung eines Reizes verstärkt demnach bestimmte Verbindungen – so lernen wir. Die biochemischen Mechanismen, wie bestimmte Synapsen verstärkt werden, sind bereits gut bekannt – damit kann aber die Frage nicht beantwortet werden, warum eine bestimmte Synapse verstärkt wird, eine andere aber nicht.

Eine mögliche Antwort darauf haben Grazer Forscher: Wolfgang Maass, Leiter des Instituts für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz, und Stefan Klampfl, Datenanalytiker am Grazer Comet-Kompetenzzentrum Know Center, haben in Computersimulationen von neuronalen Netzwerken herausgefunden, wie Erinnerungsspuren entstehen, die dann in den Sy-

napsen „verfestigt“ werden. Diese Spuren sind demnach Aktivitätsmuster vieler Neuronen, die sich in Raum und Zeit verändern – wie bei einem Film (*The Journal of Neuroscience*, 10. Juli). Der Output der Neuronen ist nicht eine einzelne Information, sondern eine ganze Kette von Impulsen. Bisher dachte man eher, dass die Erinnerungsspuren durch ein räumliches Erregungsmuster repräsentiert werden – analog zu einem Foto.

Das Spannende dabei: Die Erinnerungsspuren entstehen offenbar durch eine Art Verdrängungswettbewerb zwischen den Nervenzellen: Wenn ein Neuron aktiv ist, dann unterdrückt dieses die Aktivität der anderen Neuronen in unmittelbarer Umgebung – würde das nicht passieren, dann käme es regelmäßig zu einem ungesteuerten neuronalen „Feuerwerk“. „Dieser neuronale Wettbewerb führt dazu, dass nur die am besten passende Spur, also das am besten zum Erlebnis passende Aktivierungsmuster der Neuronen, in den Synapsen „eingraviert“ wird“, erläutert Maass.



Unser Bild vom Aufbau, vom Reifen und von der Funktion des Gehirns wird sukzessive genauer und detailreicher.

/// INSERM/CEA

# Grazer bilden Erinnerungsmuster am PC nach

**Forscher der TU Graz haben menschliche Erinnerungsmuster am Computer nachgebildet. Wie biologische Erinnerungen werden auch digitale Inputs in einer Abfolge gespeichert - damit leisteten die Grazer Vorarbeit für das „Human Brain Project“ der EU.**

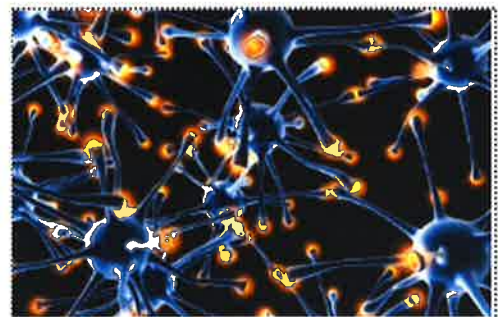
Im Gehirn verankert sich eine Erinnerung nicht als statisches Bild, sondern als eine Art Film: In einer Kette von Impulsen werden Erinnerungen gebildet - es ist also ein Muster von Aktivierungen, das sich als „Spur“ durch die Nervenzelle legt.

Für solche Muster treten die Neuronen in eine Art Wettbewerb: Aktivere Zellen unterdrücken andere und steuern damit die zeitliche Abfolge der Impulse; dadurch wird sozusagen jene Erinnerung als Muster gespeichert, welche am besten zum Erlebnis passt.

## Fortschritt für „Human Brain Project“

Forscher der TU Graz bildeten diesen Mechanismus nun am Computer in einer Simulation nach. Für das „Human Brain Project“, einem EU-Flaggschiff-Vorhaben, dem rund eine Milliarde Euro für die Forschung zur Verfügung steht, leisteten die Grazer - verantwortlich für den Bereich „Brain Computing Principles“ - ein wesentliches Stück Vorarbeit.

Wolfgang Maass vom Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung erklärt den Fortschritt: „Statt der künstlichen digitalen Speicherung, die nur Eins oder Null kennt, spielt hier der zeitliche Abfolge-Charakter eine große Rolle“. Gemeinsam mit Stefan Klampfl vom Grazer „Know-Center“ gelang Maass ein Computermodell, das diese „Erinnerungsspuren“ in „biologisch realistischen“ neuronalen Schaltkreisen nachmacht.



Foto/Grafik: Spectral-Design/Fotolia.com

Menschliche Neuronen dienen den Forschern als Vorlage für ihr Projekt

## Räumlich-zeitliche Speicherung am PC

Bis jetzt werden Informationen auf Computern nur als Folge einzelner Bits gespeichert. In Zukunft könnte man mit den Erkenntnissen der Hirnforschung auch digital eine räumlich-zeitliche Codierung erreichen. Mit dem Modell, das Maass und Klampfl in der aktuellen Ausgabe des „Journal of Neuroscience“ vorstellen, weisen sie bereits in diese Richtung.

Maass erklärt den Unterschied zwischen „künstlicher“ und „biologisch realistischer“ Stimulation folgendermaßen: „Es ist wie wenn einer auf eine Trommel schlägt - ein Schlag ist zu hören - oder wenn viele auf eine Trommel schlagen, nicht in völligem Einklang, sondern als Ablauf.“

Das Team arbeitet parallel auch an anderen Effekten, die den Nachbau des menschlichen Gehirns noch umfassender machen sollen: „Dabei geht es dann auch mehr um funktionelle Faktoren, etwa, wie Sinneseindrücke verarbeitet und wie Entscheidungen getroffen werden“, so Maass.

## Link:

- **Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung** <<http://www.igi.tugraz.at/>> (TU Graz)