



# Pressemitteilung

## Der Geruchssinn geht aufs Ganze

**Neurowissenschaftler der Universitäten Tübingen und Harvard zeigen, dass Duftgemische vom Gehirn wahrscheinlich als ganzheitliche Muster erkannt werden**

Tübingen, den 19.09.2016

Ein Kooperationsprojekt von Neurowissenschaftlern des Werner Reichardt Centrums für Integrative Neurowissenschaften (CIN) der Universität Tübingen und der Harvard University hat sich mit der Frage befasst, wie wir einzelne Düfte erkennen. Wie gut man einen Geruch in einem Gemisch erkennen kann, gibt Aufschluss über die Repräsentation von sinnlich Wahrgenommenem im Gehirn. Die Repräsentation ist die Wiedergabe oder Verschlüsselung sinnlicher Eindrücke in neuronalen Strukturen, also die Art und Weise, wie im Gehirn eine Entsprechung zur Realität besteht.

Wenn jeder der tausenden von Duftstoffen, denen wir im Alltag begegnen, eine direkte Repräsentation im Gehirn hätte, dann könnte man einzelne Gerüche auch in komplizierten, zuvor noch nicht wahrgenommenen Geruchsmixturen erkennen. Tatsächlich aber wird es umso schwieriger, einen Geruchsstoff zu identifizieren, je mehr Gerüche gleichzeitig vorhanden sind – ganz ähnlich, wie es Probleme bereitet, auf einer lauten Party einem Gespräch zu folgen. Der Riechkolben, in dem die Riechwahrnehmung im Gehirn beginnt, kann eine solche Aufgabe nicht perfekt erfüllen. Daraus folgt, dass die zur Verfügung stehenden Rezeptoren zur Geruchserkennung nicht auf einer Eins-zu-eins-Basis verwendet werden. Stattdessen sind die Glomeruli – das sind die Strukturen in der Oberfläche des Riechkolbens, wo die Informationen aus der Nase zuerst ankommen – an der Erkennung einer Vielzahl von Gerüchen beteiligt.

Dass wir trotzdem viele einzelne Duftkomponenten erkennen können, dafür sorgt ein noch unbekannter Mechanismus. Um ihn aufzuklären, haben die Neurowissenschaftler um Professor Matthias Bethge vom Tübinger CIN und Professor Venkatesh Murthy von der Harvard University Daten analysiert, die aus einer Reihe von Verhaltensexperimenten mit Mäusen stammen. In diesen Experimenten sollten die Mäuse jeweils die Existenz eines von zwei Gerüchen in einem Gemisch mit bis zu 14 weiteren Duftstoffen feststellen. Bei theoretisch über 50.000 möglichen Gemischen konnten die Nager nach ca. 1.000 Trainingsdurchläufen in mehr

Hochschulkommunikation

**Dr. Karl Guido Rijkhoek**  
Leiter

**Antje Karbe**  
Pressereferentin

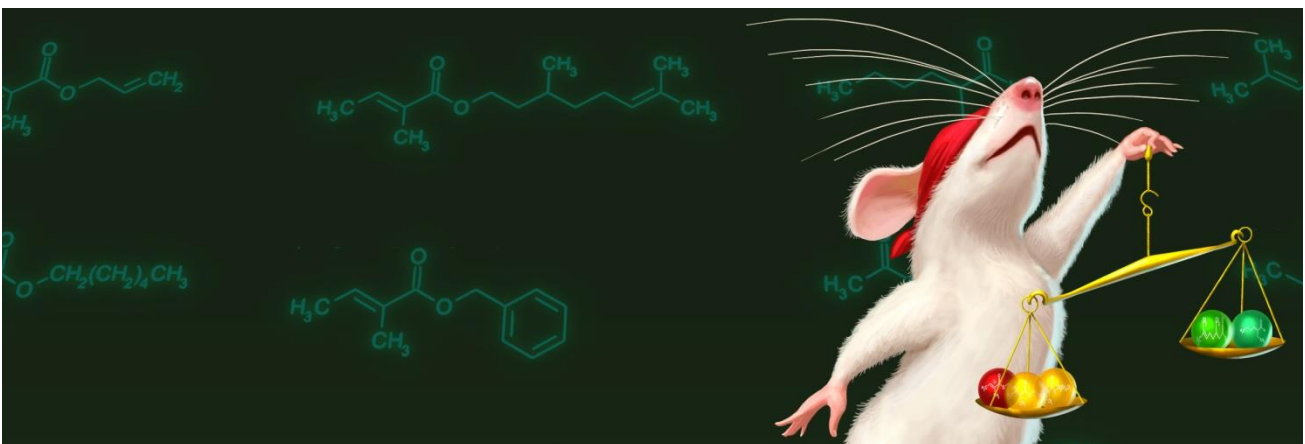
Telefon +49 7071 29-76788  
+49 7071 29-76789  
Telefax +49 7071 29-5566  
karl.rijkhoek@uni-tuebingen.de  
antje.karbe@uni-tuebingen.de

[www.uni-tuebingen.de/aktuell](http://www.uni-tuebingen.de/aktuell)

als 90 Prozent der Experimente einen der beiden erlernten Düfte richtig identifizieren. War der erlernte Duft nur mit wenigen anderen Komponenten vermischt und wiederholten sich die Mixturen nicht, dann lag die Quote bei fast 100 Prozent. Erst bei komplexen Geruchsmixturen oder wenn Teile der Zusammensetzung wiederholt und nur leicht variiert wurden, versagten die Mäuse etwas häufiger.

Diese Treffsicherheit in der Erkennung von Geruchskomponenten versuchten die Forscher nun, einfachen lernfähigen Computerprogrammen „beizubringen“, mit denen sie ebenfalls tausende von Experimentreihen durchspielten. Durch die Gegenüberstellung der Leistungen verschiedener Algorithmen mit den Leistungen der Mäuse gelang ihnen der Nachweis, dass ein einfaches lineares Verfahren basierend auf den Glomeruli ähnlich leistungsfähig ist wie das Mäusegehirn. Damit dieser Algorithmus funktioniert, muss er ähnlich wie die Mäuse trainiert werden. Wie anschließend die Aktivitäten der Glomeruli ausgelesen werden, hängt stark von der Art des Trainings ab. Wenn der Algorithmus nur mit einzelnen Gerüchen trainiert wird, macht er deutlich mehr Fehler bei der Geruchserkennung in Mischungen, was an der unspezifischen Kodierung in den Glomeruli liegt.

Würde das Lernen im Gehirn aber nicht auf Glomeruli, sondern vielmehr auf einer Repräsentation der einzelnen Geruchskomponenten im Gehirn beruhen, so sollte die Verallgemeinerung des Lernens von einzelnen Gerüchen auf Mischungen einfach sein. Diese Vorhersage wurde dann auch bei Mäusen getestet. Tatsächlich hatten die Mäuse Schwierigkeiten, einzelne Gerüche unter mehr als vier anderen zu erkennen, so wie es durch das Verhalten des Algorithmus vorhergesagt wurde. Daher ist es wahrscheinlich, dass das Gehirn eine Geruchsmixtur – anders als bisweilen angenommen – wohl nicht in ihre Geruchskomponenten zerlegt. Beim Sehen sind wir es gewohnt, dass wir Objekte auch dann in Bildern mühelos erkennen können, wenn wir das Objekt nur einmal vorher gesehen haben. Bei Geruchsmixturen dagegen müssen wir uns vor allem auf den Gesamteindruck verlassen, während die Zerlegung in Einzelgerüche erst mit viel Erfahrung gelernt werden kann.



Eine Maus im Riechversuch. Bild: Murthy Lab

**Publikation:**

Alexander Mathis, Dan Rokni, Vikrant Kapoor, Matthias Bethge, Venkatesh N. Murthy: Reading Out Olfactory Receptors: Feedforward Circuits Detect Odors in Mixtures without Demixing. *Neuron* 91 2016. 10.7554/eLife.16290.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2016.08.007>

**Kontakt:**

Prof. Dr. Matthias Bethge  
Universität Tübingen  
Werner Reichardt Centrum für Integrative Neurowissenschaften (CIN)  
Telefon +49 7071 29-89017  
matthias.bethge[at]uni-tuebingen.de

**Pressekontakt CIN:**

Dr. Paul Töbelmann  
Wissenschaftskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit  
Werner Reichardt Centrum für Integrative Neurowissenschaften (CIN)  
Telefon: +49 7071 29-89108  
paul.toebelmann[at]cin.uni-tuebingen.de  
[www.cin.uni-tuebingen.de](http://www.cin.uni-tuebingen.de)

**Die Universität Tübingen**

Innovativ. Interdisziplinär. International. Die Universität Tübingen verbindet diese Leitprinzipien in ihrer Forschung und Lehre, und das seit ihrer Gründung. Seit mehr als fünf Jahrhunderten zieht die Universität Tübingen europäische und internationale Geistesgrößen an. Immer wieder hat sie wichtige neue Entwicklungen in den Geistes- und Naturwissenschaften, der Medizin und den Sozialwissenschaften angestoßen und hervorgebracht. Tübingen ist einer der weltweit führenden Standorte in den Neurowissenschaften. Gemeinsam mit der Medizinischen Bildung, der Translationalen Immunologie und Krebsforschung, der Mikrobiologie und Infektionsforschung sowie der Molekularbiologie der Pflanzen prägen sie den Tübinger Forschungsschwerpunkt im Bereich der Lebenswissenschaften. Weitere Forschungsschwerpunkte sind die Geo- und Umweltforschung, Astro-, Elementarteilchen- und Quantenphysik, Archäologie und Anthropologie, Sprache und Kognition sowie Bildung und Medien. Die Universität Tübingen gehört zu den elf deutschen Universitäten, die als exzellent ausgezeichnet wurden. In nationalen und internationalen Rankings belegt sie regelmäßig Spitzenplätze. In diesem attraktiven und hoch innovativen Forschungsumfeld haben sich über die Jahrzehnte zahlreiche außeruniversitäre Forschungsinstitute und junge, ambitionierte Unternehmen angesiedelt, mit denen die Universität kooperiert. Durch eine enge Verzahnung von Forschung und Lehre bietet die Universität Tübingen Studierenden optimale Bedingungen. Mehr als 28.000 Studierende aus aller Welt sind aktuell an der Universität Tübingen eingeschrieben. Ihnen steht ein breites Angebot von rund 300 Studiengängen zur Verfügung – von der Ägyptologie bis zu den Zellulären Neurowissenschaften.

**Werner Reichardt Centrum für Integrative Neurowissenschaften (CIN)**

Das Werner Reichardt Centrum für Integrative Neurowissenschaften (CIN) ist eine interdisziplinäre Institution an der Eberhard Karls Universität Tübingen, finanziert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern. Ziel des CIN ist es, zu einem tieferen Verständnis von Hirnleistungen beizutragen und zu klären, wie Erkrankungen diese Leistungen beeinträchtigen. Das CIN wird von der Überzeugung geleitet, dass dieses Bemühen nur erfolgreich sein kann, wenn ein integrativer Ansatz gewählt wird.