

Bonner Studie zeigt, wie das Gehirn auf vertrauten Routen neue Informationen legt, ähnlich von Vermerken einer Navigations-App

15.6.2026 - UKB NewsRoom | Universitätsklinikum Bonn

Bonn, 15. Juli - Jedes Mal, wenn wir uns durch eine vertraute Umgebung bewegen, greift der Hippocampus auf eine detaillierte räumliche Repräsentation zurück, gleich einer Karte, die durch wiederholte Erfahrung aufgebaut wird. Doch was geschieht, wenn auf einer bekannten Route etwas Unerwartetes passiert? Forschende des Universitätsklinikums Bonn (UKB) und der Universität Bonn konnten im Mausmodell zeigen: Das Gehirn zeichnet seine Karten nicht von Grund auf neu. Stattdessen annotiert es sie, indem es neue Informationen wie eine zusätzliche Ebene über ein stabil bleibendes räumliches Grundgerüst legt. Ihre Ergebnisse sind jetzt im Fachmagazin PNAS veröffentlicht.

Der Hippocampus, der Arbeitsspeicher des Gehirns, hat die Form eines Seepferdchens und liegt jeweils im sogenannten Schläfenlappen der linken und rechten Hemisphäre. Hippokampale CA3-Schaltkreise, die Informationen verknüpfen und das Wiedererkennen von Erinnerungen unterstützen, verfügen über stabile räumliche Karten. Neue Erfahrungen werden als separate Einträge darübergelegt, ähnlich den Annotationen in einer Navigations-App, die auf einen Zwischenfall vorausweisen ohne die zugrundeliegende Route zu verändern. Zu diesen Ergebnissen kam jetzt ein Bonner Forschungsteam. Dazu zeichnete es Aktivität von CA3-Axonen in Mäusen auf, die eine vertraute lineare Laufstrecke durchquerten. An einem festen Punkt der Route führten die Forschenden leicht unangenehme, aber harmlose Luftstöße ein, vergleichbar mit einem unerwarteten Hindernis auf einer Straße, und verfolgten, wie das hippokampale Netzwerk seine Repräsentation vor, während und nach dem Ereignis aktualisierte.

„Was uns am meisten überraschte war, dass sich die räumliche Karte selbst nie veränderte. Die räumliche Grundkarte blieb vollkommen erhalten, während das Netzwerk gleichzeitig eine neue Annotation einbaute. Es ist, als hätte der Hippocampus ein Versionierungssystem, das neue Erlebnisse als separate Ebene über eine Karte schreibt“, sagt Co-Senior Autor Prof. Heinz Beck vom Institut für Experimentelle Epileptologie und Kognitionswissenschaften des UKB. Er ist Mitglied im Exzellenzcluster ImmunoSensation3 und im Transdisziplinären Forschungsbereich (TRA) „Life & Health“ der Universität Bonn

Dennoch reagierte das System keineswegs blind auf das neue Ereignis. „Wir stellten fest, dass der Luftstoß systematische geometrische Deformationen in der gemeinsamen Mannigfaltigkeit der Populationsdynamik erzeugte, die Ort und Zeitpunkt des Ereignisses zuverlässig markierten. Diese Deformationen überschrieben die zugrundeliegende räumliche Karte jedoch nicht, sondern legten sich darüber“, sagt Erstautor Albert Miguel-López. „Das Resultat funktionierte gleichzeitig als Positionskarte und als Ereignisprotokoll, so dass beide Ebenen unabhängig voneinander lesbar waren.“

Update der Karten ist Gemeinschaftsarbeit des neuronalen Netzwerks

Die Studie verglich zwei unterschiedliche CA3-Axontypen, die den für Gedächtnis, Erinnerungen und Orientierung zuständigen dorsalen Hippocampus der einen Hemisphäre jeweils mit dem dorsalen

Hippokampus der anderen Hemisphäre verbinden. Beide Schaltkreise aktualisierten ihre Karten auf ähnliche Art und verteilten das Aktualisierungssignal gleichmäßig auf Ortszellen, die für die Orientierung in der Umgebung zuständig sind, und Nicht-Ortszellen. Diese Ergebnisse legen nahe, dass der Hippokampus Kartenrevisionen nicht einem kleinen Team von Spezialneuronen überlässt, sondern das Update über das gesamte Netzwerk der Nervenzellen verteilt, und so sicherstellt, dass die neue Annotation stabil in die bestehende Karte integriert wird. „Unsere Befunde machen deutlich, dass hippokampale Karten kein statisches Abbild der Umgebung darstellen, sondern sich in subtilen, kontinuierlichen Schritten weiterentwickeln, immer neue Informationen einbetten, während die geometrische Grundstruktur des Raums unangetastet bleibt“, sagt Co-Senior Autorin Prof. Tatjana Tchumatchenko vom Institut für Experimentelle Epileptologie und Kognitionsforschung am UKB. Sie ist Sprecherin des TRA „Life & Health“ und Mitglied im TRA „Modelling“ der Universität Bonn. „Die mathematische Trennbarkeit von räumlicher Karte und Annotationsebene zeigt, dass das Gehirn diese beiden Informationstypen zwar gemeinsam speichert, aber so organisiert, dass sie sich nicht gegenseitig überschreiben. Das erweitert unser Verständnis davon, wie das Gehirn Informationen strukturiert und wie es dabei Stabilität und Flexibilität gleichzeitig gewährleistet.“

Förderung: Die Studie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 1089 zu Funktion synaptischer Mikronetzwerke und deren Störungen bei Erkrankungen des Zentralnervensystems gefördert. Dieses Projekt wurde zudem gefördert durch das Programm „Netzwerke 2021“, eine Initiative des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Publikation: Albert Miguel-L´opeza, Negar Nikbahkt, CarlosWert-Carvajal, Lena Johanna Gschossmanna, Martin Pofahla, HeinzBeck andTatjanaTchumatchenko; Transformations of the spatial activity manifold convey aversive information in CA3; PNAS; DOI: 10.1073/pnas.2517639123; <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2517639123>

Wissenschaftlicher Kontakt:

Prof. Tatjana Tchumatchenko
Institut für Experimentelle Epileptologie und Kognitionsforschung
Universitätsklinikum Bonn
TRA “Modelling” und TRA “Life & Health”, Universität Bonn
E-Mail: tatjana.tchumatchenko@uni-bonn.de

<https://www.ukbnewsroom.de/wenn-die-karte-ein-update-braucht>