

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

News-Screen Psychiatrie

Aigner M

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2025; 26 (4), 112-113

Homepage:

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in

EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Häufig Migräne?

Führen Sie ein Migränetagebuch und sprechen Sie mit Ihrem Neurologen.

Für das Migränetagebuch
Scan mich!



KOPF
KLAR

■ Attention is all you need (in the brain): semantic contextualization in human hippocampus

Katlowitz KA et al. *bioRxiv* 2025; 2025.06.23.661103 [Preprint]

Abstract

In natural language, word meanings are contextualized, that is, modified by meanings of nearby words. Inspired by self-attention mechanisms in transformer-based large language models (LLMs), we hypothesized that contextualization in the brain results from a weighted summation of canonical neural population responses to words with those of the words that contextualize them. We examined single unit responses in the human hippocampus while participants listened to podcasts.

We first find that neurons encode the position of words within a clause, that they do so at multiple scales, and that they make use of both ordinal and frequency-domain positional encoding (which are used in some transformer models). Critically, neural responses to specific words correspond to a weighted sum of that word's non-contextual embedding and the embedding of the words that contextualize it. Moreover, the relative weighting of the contextualizing words is correlated with

the magnitude of the LLM-derived estimates of self-attention weighting. Finally, we show that contextualization is aligned with next-word prediction, which includes prediction of multiple possible words simultaneously. Together these results support the idea that the principles of self-attention used in LLMs overlap with the mechanisms of language processing within the human hippocampus, possibly due to similar prediction-oriented computational goals.

Aufmerksamkeit ist alles, was Sie brauchen (im Gehirn): semantische Kontextualisierung im menschlichen Hippocampus

Abstract

In der natürlichen Sprache werden Wortbedeutungen kontextualisiert, d. h. durch die Bedeutung benachbarter Wörter modifiziert. Inspiriert von Selbstaufmerksamkeitsmechanismen in transformerbasierten großen Sprachmodellen (LLMs) stellten die Autoren die Hypothese auf, dass Kontextualisierung im Gehirn aus einer gewichteten Summierung kanonischer neuronaler Populationsreaktionen auf Wörter mit denen der Wörter resultiert, die sie kontextualisieren. Sie untersuchten einzelne Einheitsreaktionen im menschlichen Hippocampus, während die Teilnehmer Podcasts hörten. Die Autoren stellen zunächst fest, dass Neuronen die Position von Wörtern innerhalb eines Satzes kodieren, dass sie dies auf mehreren Skalen tun und dass sie sowohl ordinale als auch frequenzbereichsbezogene Positions kodierung verwenden (die in einigen Transformatormodellen verwendet werden). Entscheidend ist, dass neuronale Reaktionen auf bestimmte Wörter einer gewichteten Summe der nicht-kontextuellen Einbettung dieses Wortes und der Einbettung der Wörter, die es kontextualisieren, entsprechen. Darüber hinaus korreliert die relative Gewichtung der kontextualisierenden Wörter mit der Größe der aus LLM abgeleiteten Schätzungen der Selbstaufmerksamkeitsgewichtung. Schließlich zeigen sie, dass die Kontextualisierung mit der Vorhersage des nächsten Wortes übereinstimmt, was die Vorhersage mehrerer möglicher Wörter gleichzeitig umfasst. Zusammen stützen diese Ergebnisse die Idee, dass sich die in LLMs verwendeten Prinzipien der Selbstaufmerksamkeit mit den Mechanismen der Sprachverarbeitung im menschlichen Hippocampus überschneiden, möglicherweise aufgrund ähnlicher vorhersageorientierter Rechenziele.

Fazit für die Praxis

Dieser News-Screen bezieht sich auf einen noch nicht peer-revieweden Fachartikel. Die dargestellten Ergebnisse sollten daher mit der gebotenen wissenschaftlichen Vorsicht interpretiert werden. *bioRxiv* ist ein Preprint-Server, der den schnellen Austausch aktueller Forschungsergebnisse ermöglicht; die dort publizierten Arbeiten werden erst in einem späteren Schritt begutachtet, gelangen jedoch häufig in Fachzeitschriften.

Die Erst- und Seniorautoren gehören zu etablierten, international sichtbaren Forscherpersönlichkeiten mit starker Publikationsgeschichte in hochrangigen Fachjournals. Die Autorengruppe hinter dem Preprint ist wissenschaftlich gut im Peer-Review-System verankert. Mehrere der federführenden Forschenden – darunter Sameer A. Sheth, Benjamin Y. Hayden, Steven T. Piantadosi, Nicole R. Provenza, Andrew J. Watrous und Assia Chericoni – haben umfangreiche Publikationslisten in renommierten, begutachteten Zeitschriften wie *Nature Communications*, *Neuron*, *Nature Medicine*, *The Journal of Neuroscience* oder *Brain*.

Die vorgestellten Befunde sind von besonderem Interesse: Neuere neurophysiologische Daten weisen darauf hin, dass **Aufmerksamkeit ein zentraler Mechanismus der Sprachverarbeitung und Kontextbildung im Gehirn** ist. Der Hippocampus, lange primär als Gedächtnisstruktur verstanden, erfüllt dabei eine **gewichtende und vorhersagende Funktion**, die strukturell den Self-Attention-Mechanismen moderner Sprachmodelle (Transformer-Architekturen) ähnelt.

Mithilfe des Gehirns werden fortlaufend Entscheidungen darüber getroffen, **welche Reize, Gedanken oder Wörter in einem**

Moment relevant sind. Dieses „ständige aufmerksame Auswählen“ beschreibt die Fähigkeit, Informationen so zu gewichten, dass Denken, Sprache und Handeln kohärent bleiben. So entscheidet der Kontext etwa, ob das Wort „Bank“ als Sitzgelegenheit oder als Finanzinstitut verstanden wird – ein alltägliches Beispiel für die dynamische Kontextsteuerung der Aufmerksamkeit.

Transdiagnostischer Mechanismus: Störungen dieser kontext-abhängigen Aufmerksamkeitssteuerung finden sich in zahlreichen psychiatrischen Erkrankungen – etwa bei ADHS, Angststörungen, Depression, Schizophrenie, Sucht, bipolaren Störungen und Demenzen.

Hippocampus als Schaltstelle: Im Hippocampus werden Gedächtnisinhalte, Emotion, Sprache und Vorhersage verknüpft. Eine Fehlsteuerung seiner aufmerksamkeitssensitiven Funktionen kann dazu führen, dass Denken, Affekt und Verhalten voneinander entkoppelt werden – was sich in zentralen psychiatrischen Symptomen widerspiegeln kann.

Zusammenfassend lässt sich die Hypothese aufstellen: **Aufmerksamkeit ist kein isolierter Prozess, sondern ein zentrales Organisationsprinzip menschlicher Erkenntnis.** Mithilfe des Gehirns werden fortlaufend Bedeutungen konstruiert und bewertet – indem entschieden wird, welche Information aus Sprache, Erfahrung und Umwelt im jeweiligen Moment zählt. Eine Störung dieser Selektionsmechanismen könnte einen gemeinsamen pathophysiologischen Nenner vieler psychiatrischer

Erkrankungen darstellen und zugleich ein zentrales therapeutisches Ziel markieren.

Die Ergebnisse von Katlowitz et al. (2025) zur semantischen Kontextualisierung im Hippocampus verdeutlichen, dass sprachliche Bedeutung durch **dynamische Gewichtung kontextueller Elemente** entstehen kann – ein Prozess, der strukturell den Selbstaufmerksamkeitsmechanismen moderner Sprachmodelle entspricht. Aufmerksamkeit erscheint hier nicht als lineare Zwendung, sondern als **relationales Feld**, in dem Bedeutung durch fortlaufende Rekalibrierung der semantischen Relationen hervorgebracht wird.

Künstliche Intelligenz, insbesondere in textgenerativen Anwendungen, spiegelt diese Struktur auf einer epistemischen Ebene: Sie erweitert das Feld möglicher Bedeutungszusammenhänge, während sie durch algorithmische Gewichtung zugleich Fokussierung ermöglicht. So kann das Schreiben mit **KI als eine neue Form intentionaler Aufmerksamkeit** verstanden werden – eine Bewegung zwischen Offenheit und Prägnanz.

Schlussfolgerung: Die Verbindung phänomenologischer, neurobiologischer und technischer Einsichten legt nahe, dass Aufmerksamkeit – ob im neuronalen, phänomenalen oder künstlichen Medium – eine grundlegende Struktur der Erkenntnis darstellt. Künstliche Intelligenz erweitert diese Struktur nicht als Ersatz, sondern als Verstärker der menschlichen Fähigkeit, Relevanz herzustellen, Bedeutungen zu ordnen und die Welt zu erschließen.

(Dieser Text wurde mithilfe von ChatGPT erstellt und einer sorgfältigen inhaltlichen Überprüfung unterzogen.)



Korrespondenzadresse:

Prim. Assoc.-Prof. Priv.-Doz. Dr. Martin Aigner

Abteilung für Psychiatrie und psycho-therapeutische Medizin

Univ.-Klinik für Psychiatrie und Psycho-Therapie

Universitätsklinikum Tulln

Karl-Landsteiner-Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften

A-3430 Tulln

Alter Ziegelweg 10

E-Mail: martin.aigner@tulln.lknoe.at

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere
zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)