

Netzwerk Südbaden

Das regionale Wirtschaftsmagazin

EIN ESPRESSO MIT: STEFAN STRUMBEL • FRAUNHOFER EMI: AUF KOLLISIONSKURS • WIKIPEDIA: ALLE WISSEN MEHR • ARCHÄOLOGIE: NEUE MÖGLICHKEITEN AUSGEGRABEN • BETRIEBLICHES KNOW-HOW: DER SCHATZ DER ERFAHRUNG • ADA: HOTELKOSMETIK FÜR DEN WELTMARKT • SPARKASSE FREIBURG: INTERVIEW MIT DANIEL ZEILER • BADISCHER BALSAMICO: NICHT NUR FÜR DEN SALAT • OFFENBURG: OB MARCO STEFFENS VERABSCHIEDET SICH • ANSELM KIEFERS RÜCKKEHR NACH RASTATT



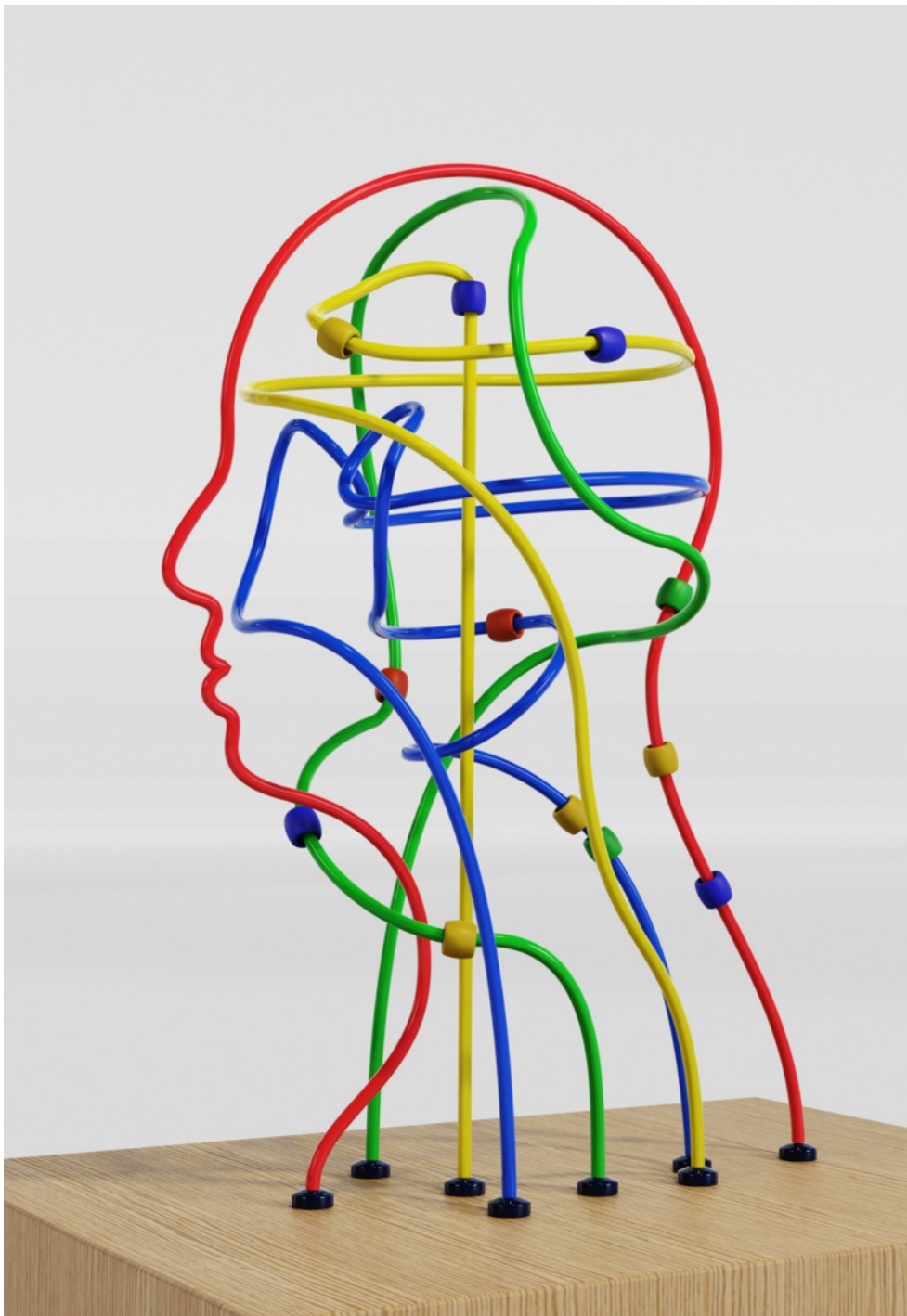
#02/2026

E2014

6,50 Euro

wieso
weshalb
warum

Schwerpunkt Wissen



„Wissen ohne internes Weltmodell gleicht einem einzelnen Puzzleteil – korrekt geformt, aber ohne Bedeutung außerhalb des Gesamtbildes“, schreiben unsere drei Fachleute, die diesen Gastbeitrag verfasst haben.

Was wir wissen

Wie erklären interne Weltmodelle unsere Sicht der Dinge? Darum geht es in diesem Gastbeitrag von drei Mitgliedern des Forschungszentrums BrainLinks-BrainTools der Uni Freiburg. Sie beschäftigen sich damit, wie unser Gehirn die Wirklichkeit konstruiert – und welche Herausforderungen dies für Mensch, Tier und die künstliche Intelligenz mit sich bringt.

Text: Ilka Diester, Thomas Brox und Monika Schönauer

Was bedeutet es, etwas zu wissen? Im engeren Sinn ist es das Abrufen gespeicherter Informationen. Dieses Abrufen von Informationen ist allerdings nur nützlich, wenn es mit der Fähigkeit, Erfahrungen zu ordnen, Zusammenhänge zu erkennen und auf dieser Basis Zukunft zu antizipieren, kombiniert wird. Diese Fähigkeit beruht auf internen Weltmodellen: mentalen Repräsentationen der Umwelt und des eigenen Selbsts, die Orientierung in einer komplexen und sich wandelnden Welt ermöglichen. Wie wir aus der aktuellen Forschung wissen, sind diese Modelle kein exklusives Merkmal des Menschen, sondern ein grundlegendes Prinzip intelligenter Systeme – biologischer wie künstlicher. Wissen ohne internes Weltmodell gleicht einem einzelnen Puzzleteil – korrekt geformt, aber ohne Bedeutung außerhalb des Gesamtbildes.

Der Mensch: Wissen als Grundlage innerer Modelle der Welt

Bei Menschen entsteht Wissen aus der kontinuierlichen Integration von Wahrnehmung und Erfahrung. Dabei speichert das Gehirn Erlebnisse nicht isoliert, sondern organisiert sie zu strukturierten Modellen, die Vorhersagen erlauben. Diese internen Weltmodelle beantworten fortlaufend die Frage: Was wird als Nächstes passieren – und was bedeutet das für mich?

Neurobiologisch sind diese Prozesse tief im Gehirn verankert. Dadurch sind wir in der Lage, vergangene Erfahrungen

zu abstrahieren und in neue Kontexte zu übertragen. Durch die internen Modelle wird Wissen grundsätzlich zukunftsgerichtet interpretiert. Es dient nicht primär der Erinnerung, sondern der Vorbereitung von Handlungen – evolutionär eine sehr sinnvolle Eigenschaft, die aufs Überleben ausgerichtet ist. Besonders charakteristisch ist die Fähigkeit des Menschen, hypothetische Szenarien zu entwerfen – also gedanklich auszuprobieren, was unter veränderten Bedingungen geschehen könnte.

Diese Form von Wissen kombiniert mit internen Weltmodellen ist hochgradig flexibel, aber nicht objektiv im strengen Sinn. Interne Weltmodelle sind Konstruktionen, geprägt von individuellen Erfahrungen, Emotionen und sozialen Kontexten. Gerade diese Subjektivität macht menschliches Wissen leistungsfähig, aber zugleich auch fehleranfällig.

Vom Faktenwissen zur adaptiven Handlung – das Beispiel Restaurant

Wie gespeichertes Wissen erst durch interne Weltmodelle handlungsrelevant wird, kann man am Beispiel eines Restaurantbesuchs gut veranschaulichen. Zunächst liegt Wissen als abrufbare Information vor: In Restaurants werden Essen und Getränke angeboten, es gibt eine Speisekarte, man bestellt etwas, das Essen wird zubereitet, an den Tisch gebracht und muss bezahlt werden. Diese Fakten beschreiben das System, ermöglichen jedoch für sich genommen noch keine sichere Orientierung.

Erst durch Erfahrung werden diese Informationen zu erwartbaren Abläufen verknüpft. Typischerweise wählt man zunächst ein Gericht aus und bestellt es, bevor man es essen kann, und bezahlt danach, wobei sich Details je nach Restaurantform unterscheiden. Aus einzelnen Fakten entsteht so ein Modell darüber, wie der Prozess wahrscheinlich verläuft.

Seine eigentliche Stärke entfaltet dieses Modell im Kontext. Ob Frühstück oder Abendessen, kurzer Besuch oder längerer Aufenthalt, Restaurant oder Schnellimbiss – das Weltmodell erlaubt es, den weiteren Ablauf zu antizipieren. Tritt ein unvorhergesehenes Ereignis ein, etwa wenn ein Gericht nicht verfügbar ist oder sich die Zubereitung verzögert, wird das Modell angepasst und alternative Handlungen werden möglich.

Dasselbe Weltmodell lässt sich abstrahiert auf neue Situationen übertragen, etwa auf ein Restaurant in einem anderen Land. Trotz unterschiedlicher Speisen, Sprache oder Abläufe bleiben Auswahl, Einschränkungen und Alternativen verständlich. Das Beispiel zeigt, wie interne Weltmodelle Faktenwissen strukturieren, Kontext integrieren und flexible Anpassung ermöglichen – eine zentrale Voraussetzung generalisierender Intelligenz.

Wie wir Einblicke in menschliches Wissen gewinnen

Die Erforschung interner Weltmodelle erfordert einen interdisziplinären Ansatz. Die experimentelle Neurowissenschaft untersucht neuronale Aktivitätsmuster, mit denen das Gehirn

Fotos: Unsplash / Jürgen Gocke



Ilka Diester (47) ist seit 2014 Professorin für Optophysikologie an der Fakultät für Biologie der Universität Freiburg. Die Neurobiologin forscht an den neuronalen Grundlagen kognitiver Bewegungskontrolle, ist Sprecherin des Forschungszentrums BrainLinks-BrainTools/IMBIT und leitet die Initiative BrAlnWorlds – interne Weltmodelle in Tier, Mensch und KI.

Erwartungen und Bedeutungen kodiert. Die Psychologie analysiert, wie mentale Modelle Wahrnehmung, Entscheidungen und Verhalten steuern. Hinzu kommen formale Modelle aus der theoretischen Neurowissenschaft, die beschreiben, wie Wissen strukturiert und aktualisiert wird.

Besonders aufschlussreich sind Situationen, in denen Weltmodelle versagen. Psychische Erkrankungen lassen sich häufig als Fehlanpassungen interner Wissensstrukturen verstehen: Wenn Erwartungen nicht mehr korrekt abgeglichen werden können, entstehen starre oder verzerrte Modelle. Solche Befunde liefern nicht nur klinische Erkenntnisse, sondern auch grundlegende Einsichten darüber, wie Wissen normalerweise flexibel gehalten wird.

Für Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur ist dieser Gedanke zentral: Auch Unternehmen und Verbände handeln auf Basis interner Weltmodelle – Annahmen über Märkte, Kunden oder Risiken. Wissen entfaltet seinen Wert nur durch Anpassungsfähigkeit an den jeweiligen Kontext und entsprechende Handlungsplanung.

Haben Tiere ebenfalls Weltmodelle?

Lange galt komplexes Weltwissen als Alleinstellungsmerkmal des Menschen. Doch zunehmend zeigen Studien, dass auch Tiere interne Modelle ihrer Umwelt besitzen. Mäuse etwa bilden detaillierte kognitive Karten ihrer Umgebung, die es ihnen erlauben, Abkürzungen zu finden oder alternative Routen zu planen.

Vögel antizipieren zukünftige Bedürfnisse, wenn sie Nahrungsvorräte anlegen. Selbst bei Insekten finden sich Hinweise auf einfache Formen prädiktiver Modelle und komplexe Orientierungsfähigkeit.

Der entscheidende Unterschied liegt weniger im Prinzip als im Abstraktionsgrad. Tierische Weltmodelle sind meist stärker an konkrete Umgebungen und Bedürfnisse gebunden, während menschliches Wissen symbolisch und übertragbar sein kann. Dennoch zeigen diese Befunde: Die Fähigkeit, Wissen in Form interner Modelle zu organisieren, ist evolutionär tief verankert und überlebenswichtig.

Diese Erkenntnis ist von großer Bedeutung für die Frage, wie Intelligenz entsteht. Sie legt nahe, dass Weltmodelle keine kulturelle Erfindung sind, sondern eine funktionale Notwendigkeit für jedes System, das sich in einer dynamischen Umwelt behaupten will.

KI: Weltmodelle als Schlüssel zu intelligenten Robotern

In der künstlichen Intelligenz wird Wissen heute in neuronalen Netzwerken repräsentiert, die den biologischen Systemen vom Prinzip durchaus ähnlich sind. Moderne Systeme erkennen Muster in großen Datenmengen und erzielen beeindruckende Leistungen in klar umrissenen Aufgaben, auf die sie trainiert wurden. Trainiert man diese Systeme auf einer breiten Palette, zeigt sich, dass sie dabei ebenfalls generalisierende Eigenschaften entwickeln. Ein modernes Sprachmodell kann sowohl Wissen



Thomas Brox (49) ist seit 2010 Professor für Pattern Recognition and Image Processing im Bereich Computer Vision der Technischen Fakultät der Universität Freiburg. Der Informatiker entwickelt und erforscht insbesondere mit Deep Learning-Methoden, wie Computer sehen und erkennen. Er ist Teil des BrainLinks-BrainTools-Vorstands und des Führungsgremiums der Initiative BrAlnWorlds. In der durch das Bundeswirtschaftsministerium geförderten KI-Familie entwickelt er Weltmodelle für das automatische Fahren.

auswendig lernen als auch generelle Ansätze zum Lösen hochkomplexer Aufgaben entwickeln. Die Systeme lernen zu abstrahieren und können gelernte Konzepte daher auch in einem neuen Zusammenhang einsetzen.

Bisher zeigen sich diese Eigenschaften besonders in Sprachmodellen, da hier die Voraussetzungen ideal waren. Sprache ist an und für sich bereits hochgradig abstrahiert, da sie zur effizienten Kommunikation zwischen Menschen entwickelt wurde. Zudem stellt das Internet große Mengen sprachlicher Daten für das Training zur Verfügung. Das Weltmodell beschränkt sich auf den abstrakten Raum der Sprache und kann auch nur dort Handlungen durchführen. Indem ein Sprachmodell zum Beispiel Suchanfragen formuliert oder gar Codes schreibt, die es ausführen kann, hat ein Sprachmodell durchaus schon die Möglichkeit mit der Welt zu interagieren. Jedoch derzeit nur in begrenztem Rahmen, auch weil die Modelle ihre Erfahrungen nach kurzer Zeit wieder vergessen: Sie werden beim sogenannten Chain-of-Thought zwar immer wieder neu in den Kontext übertragen, finden jedoch nie den Weg in die Modellparameter. Wie eine Person, die ab einem bestimmten Zeitpunkt kein Wissen mehr im Langzeitgedächtnis speichern kann.

Für physikalische KI, die mit Sensordaten und Handlungen in der echten Welt umgehen soll, ist das Lernen eines Weltmodells schwieriger, da die Sensordaten einen deutlich größeren Grad an Abstraktion erfordern, und die Variation in den Daten



Monika Schönauer (37) ist seit 2020 Professorin für Neuropsychologie am Institut für Psychologie der Fakultät für Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaften der Universität Freiburg. Die Psychologin untersucht Gedächtnisbildung und insbesondere die Rolle des Schlafs bei der Konsolidierung von Erinnerungen. Sie ist Teil des BrainLinks-BrainTools-Vorstands und Co-Sprecherin der Initiative BrAlnWorlds.

größer ist. Das heißt, es werden mehr Daten benötigt und auch die entsprechende Rechenzeit, um diese im Training zu verarbeiten. Ein Basismodell für physikalische KI zu trainieren, ist vom Aufwand daher vergleichbar mit der ersten Mondlandung. Die dadurch entstehenden Möglichkeiten sind aber ungleich größer, denn ein umfangreiches physikalisches Weltmodell würde die Robotik revolutionieren. Automatische Fahrzeuge sind dann nur einer von vielen Anwendungsfällen.

Ausblick: Wissen als verbindendes Prinzip intelligenter Systeme

Vom Mensch übers Tier bis zur Maschine zeigt sich ein gemeinsames Muster: Intelligenz beruht auf der Fähigkeit, Wissen mit Hilfe interner Weltmodelle zu organisieren und zu nutzen. Diese Modelle sind keine Abbilder der Realität, sondern persönlich geprägte Werkzeuge zur Orientierung und Zukunftsgestaltung. Für Wirtschaft, Wissenschaft und Technologie bedeutet das: Die entscheidende Ressource ist nicht Information, sondern die Qualität der Modelle, mit denen Wissen verarbeitet, interpretiert und angewandt wird. Wer die Zukunft intelligenter Systeme verstehen oder gestalten will, muss deshalb lernen, in Weltmodellen zu denken – wissend, dass menschliche Weltmodelle meist hilfreich, aber nicht frei von individuellen Verzerrungen sind, und dass künstliche Intelligenz das Potential der Weltmodelle noch lange nicht ausgeschöpft hat. ●