

# KI braucht einen Neuanfang!

Die Physik kann dabei die wesentliche Rolle spielen.

Christoph von der Malsburg

Unsere Welt steht derzeit im Bann der künstlichen Intelligenz. Mit ihrer gegenwärtigen Methodik kann sie zwar das im Internet verfügbare menschliche Wissen aufnehmen und in sprachlich perfekter Form wiedergeben, Diese „Intelligenz“ hängt aber ganz vom Menschen ab und kann ohne seine Hilfe mit der natürlichen Umwelt nicht umgehen, wie autonome Fahrzeuge und humanoide Roboter schmerzhaft klar machen.

Jedes Eichhörnchen hingegen ist von Geburt an kompetent, es versteht seine Umwelt ohne vorheriges Lernen, springt sicher von Ast zu Ast, findet Nahrung und meidet Gefahren. Tierische und menschliche Gehirne erfassen und interpretieren ihre Umgebung von Anfang an als Anordnung und Bewegung kohärenter Objekte. Es ist eine fundamentale Frage, wie das Gehirn den Übergang schafft von Fluten einzelner neuronaler Signale zu kohärenten Gebilden, die als Ganzes miteinander interagieren können, so wie wir es introspektiv erleben.

Als Analogie bieten sich kooperative physikalische Prozesse an, durch die sich Atome zu Molekülen und Moleküle zu kondensierter Materie organisieren und dabei neuartige kollektive Eigenschaften auf höheren Komplexitätsebenen hervorbringen. Es spricht alles dafür, dass der Geist in ähnlicher Weise als emergentes, kollektives Phänomen zu verstehen ist, das aus der kooperativen Wechselwirkung neuronaler Einheiten hervorgeht.

Ein einfaches, in verschiedener Form publiziertes Beispiel weist den Weg: Der primäre visuelle Kortex ist der Empfänger retinaler Signale und wird modelliert als zweidimensionales Gitter von Stellen, von denen jede einen von vielen „Spin“-Zuständen annehmen kann (Potts-Modell). Verschiedene Spins bedeuten unterschiedliche Werte lokaler Bewegungsgeschwindigkeit der retinalen Bilder. Spins wechselwirken über eine kleine Entfernung im Gitter – positiv zwischen ungefähr gleiche Bildgeschwindigkeit repräsentierenden Spins, negativ bei deutlich verschiedener Geschwindigkeit. Ein solches System bildet die Fähigkeit Neugeborener nach, kohärent bewegte Objekte aus dem Hintergrund als kooperative Gebilde hervorzuheben und damit zum Gegenstand weiterer Verarbeitung zu machen.

In Zuständen dieser generellen Art ist an jeder Stelle des kortikalen Gewebes jeweils nur ein kleiner Bruchteil aller Neuronen aktiv. Die Kombinatorik dieser Untermengen ermöglicht eine quasi unendliche Zahl aktiver



**Prof. Dr. Christoph von der Malsburg** ist Fellow Emeritus am Frankfurt Institute for Advanced Studies.

Netzzustände, unter denen allerdings nur solche mit selbstkonsistenter Verbindungsstruktur dynamisch erlaubt sind. Das kortikale Nervengewebe ist eine Überlagerung vieler kleiner oder größerer Netzfragmente, und die Dynamik des Gehirns aktiviert von Moment zu Moment immer neue Untermengen davon, allerdings unter der Bedingung, dass diese Netzfragmente sich widerspruchsfrei zu einem konsistenten Netz zusammenfügen.

Die kollektive Dynamik kooperativer Netze konstituiert die mentalen Phänomene über der Basis der materiellen Neuronen. So wie die Mathematik durch die Bedingung der Widerspruchsfreiheit von Schlussketten in einer immateriellen Weise vorstrukturiert ist, so ist es auch das Geschehen im Gehirn durch die Bedingung der Selbstkonsistenz kooperativer Netze.

Die jetzt herrschende KI-Technologie stellt ein Paradigma im Kuhnschen Sinne dar. Sie beruht auf einer Reihe sich gegenseitig bedingender und stützender Begriffe, Annahmen und Methoden. Entscheidend ist dabei das Prinzip des Deep Learning, das die vom Eingang zum Ausgang gerichteten Verbindungen auf Konsistenz mit dem vorgegebenen Lehrmaterial hin modifiziert, nicht aber auf Konsistenz untereinander. Damit ist ihnen der Weg versperrt zur Welt kooperativer Strukturen, deren Selbstkonsistenz die eigentliche Quelle kreativer Intelligenz ist.

Um den nach dieser Argumentation nötigen Paradigmenwechsel einzuleiten, ist die Physik gefragt. Ihrer Denkweise ist der Umgang mit kollektiven Phänomenen im Rahmen von Phasenübergängen und Selbstorganisation vertraut<sup>1)</sup>: Das Briefmarkensammeln der gegenwärtigen KI braucht den Übergang zum prinzipienorientierten Denken der Physik! Schreiben Sie mich an, wenn Sie mehr wissen wollen.

## „ Die KI braucht den Übergang zum prinzipienorientierten Denken der Physik! “

1) Siehe etwa die von Hermann Haken seinerzeit propagierte Synergetik.

Die unter der Rubrik „Meinung“ veröffentlichten Texte geben nicht in jedem Fall die Meinung der DPG wieder.