

**DER BEGINN
EINER GROSSEN**

ÄRA

DER BEGINN EINER GROSSEN ÄRA

MIT- UND GEGENEINANDER: GEIST UND SOFTWARE

DENKANSTÖSSE VON HANNAH MONYER & BERNHARD HÖFLE

Die Neurobiologin Hannah Monyer und der Geoinformatiker Bernhard Höfle sprechen in ihren Denkanstößen über den Unterschied zwischen dem menschlichen Gehirn und einem Computer, darüber, was Maschinen besser können als Menschen und was Menschen besser als Maschinen, warum Algorithmen allein keine perfekten Ergebnisse erzielen und weshalb das Gehirn nur bedingt als Zeitmaschine bezeichnet werden kann.

W

Wie definiert sich aus Sicht der Geoinformatik das Verhältnis von Mensch und Maschine – was unterscheidet sie, wo ähneln sie sich eventuell?

Prof. Höfle: In der Geographie interessiert uns nicht primär die Maschine als Forschungsobjekt, sondern vielmehr die Einbettung der Maschine in geographische Kontexte sowie räumliche und zeitliche Beziehungen im Dreieck Mensch – Umwelt – Technologie. Wie kann man beispielsweise die geographisch unterschiedliche Nutzung von Maschinen erklären, obwohl auf den ersten Blick keine Standortunterschiede vorliegen? Oder umgekehrt gedacht: Wie wirkt sich der Einsatz von Maschinen auf die räumliche Verteilung der Qualität von Böden, des Wassers und so weiter aus? Der Begriff des Geoengineering wäre hier ein Extremfall eines technischen Eingriffs in Umweltprozesse. Umgekehrt kann der Einsatz von Maschinen auch von geographischen Gegebenheiten abhängig sein, denken wir an die Internetverbindung und den Handyempfang oder die Energiegewinnung mit Photovoltaik.

Es gibt sicher geographische Aspekte, die mit Menschen und Maschinen korrelieren beziehungsweise „ähnlich“ sind, aber meist nicht kausal zusammenhängen. Beispielsweise benötigen Menschen und Maschinen Energie, um zu funktionieren, und diese muss an dem entsprechenden Ort verfügbar sein oder gemacht werden. Man könnte auch von Ähnlichkeit einer Ausprägung sprechen, wenn nicht mehr direkt erkennbar ist, ob es sich um eine Maschine oder einen Menschen handelt. In Sozialen

Medien fällt es uns immer schwerer, sogenannte „Bots“ von menschlichen Usern zu unterscheiden, weil sie – by design – „ähnlich“ sein sollen.

Aus der Sicht der Neurobiologie: Kann man das menschliche Gehirn als Maschine bezeichnen?

Prof. Monyer: Es gibt ja ganz unterschiedliche Maschinen – nehmen wir beispielsweise einen Motor: Wenn Sie ein neues Auto kaufen, dann setzen beim Motor nach und nach Alterungsprozesse ein und er funktioniert über die Jahre immer schlechter. Das ist beim menschlichen Gehirn nicht so: Wenn wir ein ganzes Menschenleben betrachten, dann gibt es Funktionen des Gehirns, die sich zunächst steigern, bis sie einen Höhepunkt erreichen, nach dem die Leistungen – vereinfacht gesagt – wieder abnehmen. Es gibt dabei Bereiche, die im dritten Lebensjahrzehnt ihren Leistungshöhepunkt erreichen, in anderen Bereichen spielt dagegen Erfahrung eine große Rolle, so dass man auch noch im fünften, sechsten oder siebten Lebensjahrzehnt große Leistungen vollbringen kann. Das gilt zum Beispiel für Kreativität – Beethoven und Goethe etwa waren bis zu ihrem Lebensende hochkreativ. In dieser Hinsicht also hinkt beispielsweise der Vergleich zwischen einem Motor und einem Gehirn ganz stark.

Und wie sieht es beim Vergleich zwischen Gehirn und Computer aus?

Prof. Monyer: Das ist sicher der aktuellere Vergleich – aber auch der ist nicht wirklich tauglich. Bereits seit der Antike wurde das Gehirn immer mit der jeweils neuesten Technik in Verbindung gebracht, wobei vor allem die Gedächtnisleistung gemeint war. In der Antike wurden etwa Sortiersysteme genutzt, um die Gedächtnisleistung zu steigern, oder auch Wachstafeln, die sozusagen dem Gedächtnis gleichgesetzt wurden, im Mittelalter übernahmen Bibliotheken die Funktion des Gedächtnisses. Mit fortschreitender Technik kamen dann Ende des 19. Jahrhunderts Tonbandaufnahmen oder später Filme dazu – das Gedächtnis als Film, der einzelne Eindrücke speichert. Und seit den 1950er/1960er-Jahren haben wir nun die vermeintliche Analogie zum Computer.

Unser Gedächtnis speichert jedoch im Gegensatz zu Computern Informationen nicht so ab, wie sie sich abgespielt haben, sondern das Gehirn sortiert beim Lernen, speichert gezielt Dinge und löscht andere. Was sich im Laufe eines Tages abspielt, geht durch einen Filter, und auch noch im Schlaf selektioniert unser Gehirn. Wenn zwei Menschen zusammen einen Nachmittag verbringen, wird später die Erinnerung daran bei beiden ganz unterschiedlich sein. Das ist keine bewusste Auswahl, sondern sie wird geprägt durch das, was wir bereits zuvor gelernt und gespeichert haben, und das differiert bei beiden Menschen – deshalb wird das gleiche Ereignis ganz unterschiedlich erinnert. Bei Computern ist das nicht so, und bei ihnen bleiben auch

„Ein Algorithmus kann eine verliebte Person an ihrem Verhalten erkennen – was Liebe aber ist, das kann der Computer nicht beantworten, weil er es nicht gelernt hat.“



Bernhard Höfle



Hannah Monyer

„Bereits seit der Antike wurde das Gehirn immer mit der jeweils neuesten Technik in Verbindung gebracht, wobei vor allem die Gedächtnisleistung gemeint war.“

selbst bei Löschvorgängen immer Spuren zurück – das ist bei unserem Gedächtnis ebenfalls anders. Sowohl im Wachzustand als auch im Schlaf werden uninteressante Ereignisse gar nicht erst gespeichert. Lernen und Vergessen sind beim Menschen Prozesse, die zur Adaptation in der Welt, zur Optimierung unserer Funktionsweise beitragen. Daher hinkt der Vergleich mit einem Computer: Unser Gehirn ist nicht einfach nur ein Speicher von Fakten, sondern diese Fakten werden bereits beim Eingang selektiert und gehen durch einen Prozess, der geprägt ist durch das Vorangegangene – alles ist also immer kontextabhängig. Und das ist beim Eingang von Daten in einem Computer nicht der Fall.

Wie kann man die Stärken von Maschine und Mensch verknüpfen, um geographische Fragestellungen besser beziehungsweise überhaupt beantworten zu können?

Prof. Höfle: Viele geographische Phänomene sind aufgrund der wunderschönen Vielfalt und der lokalen Einflüsse nicht klar in ein vereinfachtes Zielschema für die automatische Datenauswertung zu packen, weshalb Algorithmen keine perfekten Ergebnisse erzielen. Für eine Bildererkennung mag sich ein Hund besser von einer Katze unterscheiden, auch ohne großes Vorwissen über die konkrete Katze oder den Hund auf dem Bild. Wenn man jedoch einen Blockgletscher von einem schuttbedeckten Gletscher unterscheiden will, ist es sehr wichtig, den geographischen Kontext des aufgenommenen Bildes zu kennen. Das heißt, der Algorithmus kann zwar den Gletscher sehr gut im Bild erkennen, er kann aber nicht die Frage nach der Genese des Gletschers beantworten. Ganz konkret erforschen wir hierbei die Automatisierung des Automatisierbaren in der Auswertung von Geodaten. Wie können die automatische und die manuelle Analyse am effektivsten kombiniert werden in Bezug auf Zeit für die Entwicklung, den Datenbedarf und die Genauigkeit des Ergebnisses?

Warum fasziniert uns die Idee, Maschinen menschengleich zu programmieren beziehungsweise menschliche Eigenschaften auf sie zu übertragen, wie im Fall der Künstlichen Intelligenz (KI)?

Prof. Höfle: Das Konzept, von der Natur zu lernen und mit diesen Erkenntnissen technische Maschinen („Hardware“) zu bauen, ist sehr alt. Der große neuartige Unterschied in den letzten Jahrzehnten ist die Möglichkeit, in einer digitalen Umgebung Algorithmen zu schaffen und diese mit vielen und komplexen Sensoren und Datensätzen zu verknüpfen. Vielleicht fasziniert uns dabei die Hoffnung, nun auch ein Abbild der menschlichen Sinne und „Software“ schaffen zu können. Dazu mag auch die Gemeinsamkeit beitragen, dass Geist und Software nicht direkt physisch greifbar und sichtbar für den Menschen sind. In der Geoinformatik ist sicher das sprechende Navigationsgerät ein gutes und einfaches Beispiel für eine solche Verknüpfung, die auch den geographischen Kontext berücksichtigt.

„Auch durch den Einsatz von Computern und maschinellen Techniken haben wir sehr viel über die Funktionsweise unseres Gehirns gelernt.“

Hannah Monyer

Prof. Monyer: Menschen denken in Modellen. Wenn ich jemandem begegne, den ich noch nie gesehen habe, erhalte ich Informationen über ihn – über sein Geschlecht, welche Sprache er spricht und so weiter – und daraus erstelle ich ein Modell. Auch bei allen anderen Dingen, die uns auf der Welt umgeben, erzeugt das von mir Gelernte Modelle. Ich habe dann Erwartungen an die Welt und teste diese Erwartungen. Aber welche Erwartungen und Modelle ich erstellt habe, hängt mit dem bereits Gelernten zusammen, und bei neuen Erfahrungen lerne ich und revidiere dieses Modell. Evolutionär gesehen sind das Gedächtnis und das Vergessen sehr wichtig, damit wir uns immer wieder neu an eine Situation adaptieren, um in dieser Welt zu bestehen. Und da wir als Menschen also nur erfolgreich sein können, wenn das Gelernte revidiert wird, funktioniert auch KI, die ja von Menschen designt wird, als Analogie so, dass Feedback und Lernen und damit eine Adaptation stattfinden. Auch neuronale Netzwerke – eine der Methoden des maschinellen Lernens – sind nicht statisch, sondern sie lernen über Feedbacks, die hintereinander geschaltete Netzwerke sich geben.

Was können Maschinen besser als Menschen und was Menschen besser als Maschinen?

Prof. Höfle: Menschen können alles besser, was Maschinen nicht besser können – also beinahe alles, auf das Leben, aber auch auf die Wissenschaft bezogen. Maschinen können klar definierte Aufgaben wie beispielsweise Messungen sehr gut und mit dem Ziel einer erhöhten Objektivität wiederholen. Der Einsatz von Maschinen soll genauere, objektive Ergebnisse mit bekannter Unsicherheit ermöglichen, was durch

manuelle Messungen nur schwer erreichbar ist. Im Bereich der Algorithmen geht es oft darum, vorgegebene Aufgaben auf große digitale Datensätze – Big Data – anzuwenden, die ein Mensch in keiner vernünftigen Zeit analysieren könnte und über die er schlichtweg aufgrund der großen Anzahl an Datensätzen und Verknüpfungen keinen „Überblick“ haben kann. Mir ist kein Mensch bekannt, der ein „Muster“ in einer Tabelle mit Milliarden von Zeilen und Tausenden Spalten erkennen kann. Dagegen sind Menschen Maschinen komplett überlegen, wenn es um das Finden von Erkenntnissen geht, nach denen gar nicht gesucht wurde oder die gar nicht vorstellbar waren. Maschinen orientieren sich am Bekannten und am aktuell Vorstellbaren – ein fiktives Beispiel: Ein Algorithmus kann eine verliebte Person an ihrem Verhalten erkennen – was Liebe aber ist, das kann der Computer nicht beantworten, weil er es nicht gelernt hat.

Prof. Monyer: Zu den Dingen, die Maschinen viel besser können als Menschen, gehören beispielsweise Bilderkennungssysteme, die inzwischen auch im medizinischen Bereich genutzt werden, um bestimmte Tumoren zu erkennen. Das kann alles noch weiter optimiert werden, aber auf diesem Gebiet sind schon sehr große Durchbrüche erzielt worden. Spezielle Tätigkeiten können von Maschinen hervorragend ausgeführt werden und sind als Unterstützung für den Menschen absolut phantastisch. Und vieles, was wir über die Leistung und Funktion des Gehirns wissen, wurde nur über Fortschritte in der Welt der Computer ermöglicht – gerade auch durch den Einsatz von Computern und maschinellen Techniken haben wir sehr viel über die Funktionsweise unseres Gehirns gelernt.



PROF. DR. HANNAH MONYER ist seit 1999 Ärztliche Direktorin der Abteilung Klinische Neurobiologie an der Universitätsklinik Heidelberg, einer Brückenabteilung zwischen der Medizinischen Fakultät Heidelberg, der Universität Heidelberg und dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ). Nach ihrer Approbation 1983 in Heidelberg arbeitete sie zunächst als Assistenzärztin in der Kinder- und Jugendpsychiatrie in Mannheim, dann in der Neuropädiatrie in Lübeck. 1986 wechselte sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an die Stanford University (USA) und kehrte drei Jahre später an das Zentrum für molekulare Biologie nach Heidelberg zurück. Dort erhielt sie 1993 ihre Lehrbefugnis für Biochemie, wurde im darauffolgenden Jahr Stiftungsprofessorin und baute ihre eigene Forschungsgruppe auf. Für ihre wissenschaftlichen Leistungen erhielt Hannah Monyer unter anderem im Jahr 2004 den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der höchstdotierte Forschungspreis Deutschlands, und im Jahr 2017 den Tsungming-Tu-Preis, die höchste akademische Ehre für Ausländer in Taiwan.

Kontakt: h.monyer@dkfz-heidelberg.de

DEAR READERS OF RUPERTO CAROLA,

several times over the past few years we were faced with the danger of a computer virus paralysing parts of our societal and economic life. Now we have experienced how a different virus threatening all of humankind has led to a global shutdown of previously unimagined proportions. But the danger arising from various types of viruses is not the only link between humans and machines. The commonalities and differences between us and these complex devices, what each can learn from the other and how they can complement each other – that is the central subject of our latest RUPERTO CAROLA research journal entitled MACHINE & MAN.

The human body knows both “protein factories” and “soft machines”; conversely, machines are now equipped with artificial intelligence and can compete with humans in a number of areas, up to and including language. Electronic or neuroprostheses are human-machine interfaces that can compensate for missing or lost body functions. And the novel discipline of molecular systems engineering assembles tiny molecular and nanoscale components into molecular systems that will revolutionise conventional robotics and lay the groundwork for futuristic applications in our daily lives. In this edition we present the latest natural and life science research at Heidelberg University as well as the newest findings on the subject of MACHINE & MAN from the fields of economics, political science, history, ageing research, industrial and organisational psychology, law, computer linguistics and cinematic history. Due to restrictions relating to the coronavirus pandemic, our Expert Talk has been replaced by “The Expert View”, two articles that we have combined into a dialogue from the perspectives of brain research and geoinformatics.

I wish you a stimulating and enlightening reading experience in these special times!

Prof. Dr Dr h.c. Bernhard Eitel
Rector of Heidelberg University

„Menschen sind Maschinen komplett überlegen, wenn es um das Finden von Erkenntnissen geht, nach denen gar nicht gesucht wurde oder die gar nicht vorstellbar waren.“

Bernhard Höfle

Welche Probleme sehen Sie als Geoinformatiker im Verhältnis Mensch – Maschine?

Prof. Höfle: Negative Konsequenzen ergeben sich durch eine Produktion oder Nutzung von Maschinen, die nicht im Sinne der Nachhaltigkeit erfolgt. Auch ein Auto mit Verbrennungsmotor stellt durch die intensive Nutzung und in der Menge ein Problem für den Menschen beziehungsweise die Menschheit dar – Stichwort Klimawandel. Umgekehrt sollte so ein Fahrzeugtyp auch bald vom Aussterben bedroht sein. In der Geographie sind solche komplexen „Probleme“ spannende Forschungsgebiete, die beispielsweise bei uns am Institut im „TdLab Geographie“ transdisziplinär zum Thema Klimawandel erforscht werden (siehe Beitrag „Zusammen wirken. Die große Transformation“ in der Ausgabe KULTUR & NATUR).

Werden Maschinen eines Tages alle oder fast alle Aufgaben des Menschen übernehmen können? Gibt es Bereiche, die Maschinen nie werden ausfüllen können – oder kann man in dieser Hinsicht nichts ausschließen?

Prof. Höfle: Ausschließen darf man nichts, weil man die Zukunft nicht kennt. Man sollte vielmehr überlegen,

welche Aufgaben unter Berücksichtigung aller ethischen und moralischen Aspekte sinnvoll an Maschinen delegiert werden sollten, und nicht, was übertragen werden könnte. Nicht alles, was machbar ist, sollte auch tatsächlich umgesetzt werden. Dass in der KI-Forschung nach dem „Kann“ geforscht wird, ist verständlich im Bereich der Grundlagenforschung. Dies ist aber kein Ansatz, der unreflektiert und ohne gesellschaftliche Einordnung direkt in Anwendungen übertragen werden sollte. Dies gilt aber nicht nur für KI, sondern für Technologien im Allgemeinen.

Prof. Monyer: Meine Vorstellungskraft reicht im Moment noch nicht so weit, dass ich sagen würde, dass alles durch Technik ersetzbar ist. Eine spannende Frage momentan ist, ob Maschinen künftig auch Leistungen übernehmen können, die wir bisher spezifisch mit dem Menschsein verbinden: Kann KI beispielsweise kreative Prozesse übernehmen – können durch sie wunderbare Gedichte oder Bilder entstehen, die uns wirklich anrühren? Dazu müssten Computer beispielsweise lernen, in Metaphern zu denken. Ich könnte mir tatsächlich vorstellen, dass selbst Kreativität von Computern übernommen werden kann – aber dann wird sie anders sein und vielleicht anregend auf ihre Weise.



PROF. DR. BERNHARD HÖFLE ist seit 2017 Professor für Geoinformatik und 3D-Geodatenverarbeitung am Geographischen Institut der Universität Heidelberg. Nach einem Geographiestudium in Innsbruck (Österreich) und Uppsala (Schweden) und seiner Promotion an der Universität Innsbruck im Jahr 2007 war er zunächst als Postdoktorand an der Technischen Universität Wien (Österreich) und der Universität Osnabrück tätig. 2010 wechselte er als Teamleiter in die Abteilung Geoinformatik der Universität Heidelberg, wo er 2011 eine Juniorprofessur übernahm. Bernhard Höfles Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung neuer Methoden für die Analyse von Geodaten in den Geo- und Umweltwissenschaften, der automatischen Prozessierung von 3D/4D-Punktwolken und der Kombination von 3D-Geodaten mit Fernerkundung sowie 3D-Crowdsourcing. Er ist Mitglied des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) und des Heidelberg Center for the Environment (HCE) der Universität Heidelberg.

Kontakt: hoefle@uni-heidelberg.de

AT THE BEGINNING OF A GREAT ERA

WITH AND AGAINST EACH OTHER: INTELLECT AND SOFTWARE

TALKING POINTS WITH HANNAH MONYER & BERNHARD HÖFLE

Can the human brain be described as a kind of machine – and, by extension, human memory as a time machine? What do software and the human mind have in common, and what are the ethical dilemmas involved in the use of artificial intelligence (AI)? Neurobiologist Hannah Monyer and geoinformatics expert Bernhard Höfle present talking points on the relationship between man and machine, reflect on what tasks each can perform better and explain why algorithms alone do not produce perfect results.

The human brain – particularly its memory function – has always been associated with technology, says Hannah Monyer. But according to her, this comparison is flawed because unlike audio tapes or computers, the brain does not save information in precisely the way it occurred. Instead the brain sorts information during the learning process, saving some things and deleting others. “Our brain is not just a storage device for facts; the facts are selected even while they are registered and then undergo a process that is shaped by all that came before – every piece of information is put in a specific context.” She explains that neurobiologists owe much of their knowledge about the brain to advances in information technology – in many cases, it was computers that allowed scientists to learn how the brain works.

The field of geoinformatics combines the strengths of man and machine to answer questions of a geographical nature. According to Bernhard Höfle, machines can repeat clearly defined tasks such as measurements with the aim of achieving increased objectivity, while algorithms allow scientists to apply specific tasks to large digital data sets that would be impossible to process for humans. “On the other hand, humans are clearly in the lead when it comes to discovering things that we were not even looking for or could not conceive of.” He emphasises that with respect to AI, we need to define which tasks should be delegated to machines – with due regard to ethical and moral considerations – instead of all the things that could be delegated: “Not everything that is theoretically possible should ultimately be put into practice.” ●

PROF. DR BERNHARD HÖFLE is full professor of geoinformatics and 3D geodata processing at Heidelberg University's Institute of Geography, a position he has held since 2017. He studied geography in Innsbruck (Austria) and Uppsala (Sweden) and obtained his doctorate from the University of Innsbruck in 2007. After stations as a postdoctoral researcher at TU Wien (Vienna, Austria) and Osnabrück University, he transferred to Heidelberg University's geoinformatics research group in 2010, where he initially worked as a team leader before accepting a junior professorship in 2011. Bernhard Höfle's research interests are the development of new algorithms and methods for analysing geodata in the earth and environmental sciences, automatic processing of 3D/4D point clouds and the combination of 3D geodata with remote sensing and 3D crowdsourcing. He is a member of Heidelberg University's Interdisciplinary Center for Scientific Computing (IWR) and Heidelberg Center for the Environment (HCE).

Contact: hoeffe@uni-heidelberg.de

PROF. DR HANNAH MONYER has headed the Department of Clinical Neurobiology at Heidelberg University Hospital since 1999; her department is operated jointly by the Medical Faculty Heidelberg, Heidelberg University and the German Cancer Research Center (DKFZ). After qualifying as a physician in Heidelberg in 1983, she worked as a junior doctor in child and adolescent psychiatry in Mannheim, then in neuropaediatrics in Lübeck. In 1986 she accepted a position as research assistant at Stanford University (USA), and three years later transferred to the Center for Molecular Biology of Heidelberg University. There she earned her teaching credentials in biochemistry in 1993, became an endowed professor the following year and established her own research group. Among the awards Hannah Monyer has received for her work are the Gottfried Wilhelm Leibniz Prize of the German Research Foundation (2004), the most highly endowed research award in Germany, and the Tsungming Tu Award (2017), the highest academic honour bestowed on foreigners by the National Science Council of Taiwan.

Contact: h.monyer@
dkfz-heidelberg.de

**“An algorithm
can recognise a person
in love by their
behaviour, but it cannot
tell you what love is,
because that is something
it has not learned.”**

Bernhard Höfle

**“Ever since antiquity,
the brain – particularly memory
performance – has been
associated with the newest
technology of the time.”**

Hannah Monyer

Aber sicher werden wir in Zukunft auch ethische Probleme berücksichtigen müssen – vor allem hinsichtlich der Daten, die eingegeben werden. Wie kommen wir zu diesen Daten, wie vermeiden wir, dass sie in die falschen Hände geraten und zu anderen Zwecken als den vorgesehenen genutzt werden, wie kann man Diskriminierung vermeiden, die schon im ersten Datensatz angelegt ist? Da stellen sich viele wichtige Fragen, und wir stehen praktisch am Beginn einer großen Ära – es ist faszinierend, auch rein intellektuell, dabei zu sein. Für sehr problematisch halte ich aber, dass wichtige gesellschaftliche Entscheidungen gefällt werden müssen, obwohl sehr viele Menschen bei diesem Fortschritt gar nicht mithalten und somit auch nicht mitentscheiden können. Ich als Neurowissenschaftlerin beispielsweise verstehe Informatik nicht, auch wenn ich in dieser Hinsicht besser aufgestellt bin als beispielsweise ein Romanist – dennoch bin ich nicht genug trainiert, um alles zu verstehen und mitreden zu können. Das heißt, es werden gesellschaftlich wichtige Entscheidungen von relativ wenigen Experten gefällt werden müssen.

Welche ethischen Probleme sehen Sie beim Einsatz von KI in der Geoinformatik?

Prof. Höfle: Spezifisch für die Geographie ist die Tatsache, dass sehr viele digitale Daten über einen Raumbezug verfügen – beispielsweise die GPS-Position eines aufgenommenen Bildes auf Social Media – und über diesen Raumbezug verschiedenste andere Daten miteinander verknüpft werden können. Es muss somit nicht zwingend eine direkte Verbindung zwischen den Datenbanken bestehen, da der Ort eine Verknüpfung erlaubt. Dieses Grundprinzip der Geoinformatik birgt bei einer Kopplung mit Big Data und KI auch das Potenzial des unsachgemäßen Einsatzes mit Blick auf den Datenschutz und die Privatsphäre. Beispiele hierzu sind in den vergangenen Jahren zahlreich durch die Medien gegangen.

Kann man das Gedächtnis als Zeitmaschine bezeichnen – etwa wenn man über einen bestimmten Geschmack in die Vergangenheit versetzt wird, wie es Marcel Proust in seinem Roman „Auf der Suche nach der verlorenen Zeit“ beschreibt?

Prof. Monyer: Bei Proust geht es um das Verlorenglaubte, zu dem man plötzlich wieder Zugang hat. Es gibt das episodische Gedächtnis von Fakten, die wir abspeichern – aber wir können nicht auf Kommando in der Zeit zurückgehen, denn wir wissen alle, dass das Gedächtnis nicht immer zuverlässig ist. Natürlich gibt es Dinge, die wir nie vergessen und zu denen wir immer Zugang haben – da funktionieren wir dann tatsächlich ein bisschen wie eine Maschine. Aber vieles ist nicht zugänglich und wird durch anderes dann wieder wachgerufen, was das Gedächtnis von einer Maschine unterscheidet. Ja, das Gedächtnis ermöglicht uns, in die Vergangenheit zurückzukehren, aus dem daraus Gelernten Schlüsse zu ziehen,

um richtige Entscheidungen zu treffen, bestimmte Wege zu vermeiden, andere zu verstärken. Aber es gibt auch Gelerntes, zu dem wir keinen bewussten Zugang haben, das aber dennoch unser Verhalten stark beeinflusst. Wir haben beispielsweise an die ersten vier Jahre unseres Lebens kaum Erinnerungen – es kann aber in dieser Zeit Erlebnisse geben, die ein Kind und sein späteres Leben stark beeinflussen, ohne dass es überhaupt Zugang hat zu diesen Erinnerungen. Also: Zeitmaschine ja, ich kann mich zurückversetzen in meine Vergangenheit – aber ich kann mich nicht an jedweden Ort und an alle Ereignisse erinnern, es ist immer nur eine Selektion.

Diese Prozesse verstehen wir Neurowissenschaftler noch nicht genau, wir wissen nicht, warum manches zugänglich ist und anderes nicht. Wir wissen, was unser Gedächtnis beeinflusst – zum Beispiel, dass Schlaf förderlich ist und Drogenkonsum dem Gedächtnis schadet. Aber noch können wir nicht alles einschätzen, es gibt einfach zu viele Faktoren, die so etwas Komplexes wie unser Gedächtnis beeinflussen. Auch das unterscheidet das Gehirn von einer Maschine: Wir wissen, dass wir vieles einfach – noch – nicht verstehen. ●

Aufgrund der coronabedingten Beschränkungen war leider kein gemeinsames Gespräch möglich, so dass wir die jeweiligen Denkanstöße unserer Experten redaktionell zusammengestellt haben.