

Was wir von 2021 erwarten dürfen – Die großen technologischen Tendenzen gehen weiter

Lars Jaeger

2020 war auch für die Wissenschaften ein außergewöhnliches Jahr. Wie für die meisten Menschen hielt das Covid-Virus auch die Forscher weltweit in Atem. Eine bisher nie gesehene Menge an wissenschaftlichen Ressourcen wurde auf die Erforschung von Sars-CoV-2 gelenkt, um das Virus, seine Verbreitung, seine Schäden im menschlichen Körper und nicht zuletzt die Möglichkeiten seiner Bekämpfung besser zu verstehen. 87'000 Einträge zum Stichwort «Covid-19» lassen sich in den Datenbanken der medizinischen Publikationen des Jahres 2020 finden. Und all diese Arbeit mündete in einem nicht weniger außergewöhnlichem Erfolg: Die Entwicklung eines Impfstoffes gegen das Corona-Virus ist nichts weniger als einer der größten Triumphe der Wissenschaften der letzten Jahre. Und dies in einem Jahr laut artikulierter Wissenschaftsskepsis bis -feindlichkeit in illiberalen und rechtspopulistischen Kreisen, von der Trump-Administration, über die deutsche AfD, bis hin zu großen Teilen der schweizerischen SVP, angeführt von ihrem Protagonisten Roger Köppel.

Was erwartet uns dieses Jahr von Seiten der Wissenschaften im Hinblick auf neue technologische Entwicklungen? Wir wollen fünf bedeutende Technologien und wissenschaftliche Forschungsgebiete beleuchten, die auch 2021 bedeutende Fortschritte machen könnten.

I. Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) bewältigt heute nicht mehr nur ausschließlich den spezifischen Zweck, für den sie jeweils geschaffen wurde, zum Beispiel Schach spielen, Datenbanken durchstöbern oder Gesichter erkennen. Die der heutigen KI zugrundeliegenden Lern- und Optimierungsverfahren, das so genannte „deep learning“, ermöglichen eine massive maschinelle Intelligenzsteigerung in die Breite. Das betrifft auch immer mehr Bereiche, die die meisten Menschen heute noch immer als unumstößliche Domänen menschlicher Fähigkeit ansehen: Intuition, Kreativität oder das Erfassen von Emotionen anderer Menschen. Gerade letzteres wird wohl bereits in den nächsten Jahren eine Standardfähigkeit von KI-Systemen sein. KI-Programmierer sprechen von „affective computing“. Können schon bald Maschinen unsere Emotionen besser erkennen als andere Menschen dies tun?

In gesellschafts- und weltpolitischer Hinsicht hat die weitere Entwicklung der KI eine große Bedeutung: Das Land mit der am weitesten entwickelten KI wird mit hoher Wahrscheinlichkeit zur dominierenden wirtschaftlichen und militärischen Macht auf diesem Planeten aufsteigen. Zurzeit kämpfen zwei Länder um die globale KI-Vormachtstellung: die USA und China. China hat dabei in den letzten Jahren stark aufgeholt und setzt unterdessen sogar zum Sprung auf Platz 1 an. Die Europäer wurden in diesem Rennen längst abgehängt und zu Statisten degradiert. Die Grundlage des Vorsprungs der Amerikaner und Chinesen sind nicht schlauere Forscher, bessere KI-Algorithmen oder bessere Computer-Programmierer, sondern schlicht und einfach die Verfügbarkeit von Daten. Daten gelten als „das Öl des 21. Jahrhunderts“.

So entwickelt sich immer mehr eine Welt der totalen Vernetzung, in der unsere Privatsphäre zu verschwinden droht. Längst ist mit entsprechender Software für Gesichts- und Bilderkennung und einem dichten Netz von Kameras die Erstellung von Bewegungsprofilen einzelner Menschen in Echtzeit kein Problem mehr. Was uns blüht, wenn es keine demokratische Kontrolle des Staates gibt, und wie weit vollständig unkontrollierte manipulative Datenverwendung und die Fütterung von KI-Algorithmen gehen kann, zeigt das Beispiel China. Wir sollten auch 2021 auf der Hut sein.

II. Quantencomputer:

Lange waren Quantencomputer Stoff für Science-Fiction. Alleine der Begriff erscheint den meisten Menschen so unheimlich-bizarrr wie aufregend-futuristisch, kombiniert er doch die technologische Allmacht des digitalen Rechnens mit der ehrfurchteinflößenden Komplexität und Abstraktheit der bedeutendsten physikalischen Theorie des 20. Jahrhunderts. Doch in der heutigen Realität verspricht die

Entwicklung des Quantencomputers eine neue technologische Revolution, die das 21. Jahrhundert ähnlich stark prägen könnte, wie dies die Entwicklung digitaler Schaltkreise für das 20. Jahrhundert tat. Bereits im Herbst 2019 gab Google bekannt, dass seinen Ingenieuren die Konstruktion eines Quantencomputers gelungen sei, der zum ersten Mal ein Problem lösen kann, an dem sich jeder herkömmliche Computer die Zähne ausbeißt. Hier handelte es sich noch eher um einen symbolischen Meilenstein, denn das Problem war noch von stark akademischer Natur. Doch schon 2021 könnten wir Zeuge eines neuen Sputnik-Moments in der Informationstechnologie werden, in Form eines Quantenprozessors mit mehr als 100 Qubits, der echte Quantenüberlegenheit erreicht. Dies wiederum könnte fünf verschiedene Felder dramatisch beeinflussen:

1. Kryptographie: Heute gängige Verschlüsselungen beruhen auf der Re-Faktorisierung der Produkte zweier sehr großer Primzahlen. Ab einer bestimmten Zahlengröße ist diese Aufgabe für einen klassischen Computer nicht mehr zu lösen. Ein Quantencomputer könnte dies in Minuten schaffen.
2. Lösung komplexer Optimierungsaufgaben: Die Aufgabe, aus vielen Varianten die optimale Lösung zu finden, gilt unter Mathematikern als besonders knifflig. Solche Probleme treten in der industriellen Logistik, im Design von Mikrochips oder auch in der Optimierung von Verkehrsflüssen auf. Bereits bei einer geringen Zahl von Varianten steigen klassische Computer bei der Berechnung optimaler Lösungen aus. Quantencomputer könnten solche Optimierungsprobleme dagegen in vergleichsweise kurzer Zeit lösen.
3. Künstlichen Intelligenz: Die hier verwendeten „tiefen neuronale Netze“ sind mit harten kombinatorischen Optimierungsproblemen verbunden, die von Quantencomputern weitaus schneller und besser gelöst werden können als von klassischen Computern.
4. Suche in großen Datenbanken: Beim Durchsuchen unsortierter Datenmengen muss ein klassischer Computer jeden Datenpunkt einzeln betrachten. Die Suchdauer steigt daher linear mit der Anzahl der Datenpunkte und wird damit bei großen Datenmengen für einen klassischen Computer schnell zu groß. Mit einem Quantencomputer würde die Suchdauer nur noch einem Wurzelgesetz folgen. Anstatt bei einer Milliarde Dateneinträgen tausendmal so lange zu brauchen wie bei einer Million, würde ein Quantencomputer nur noch etwas mehr als 30-mal so lang brauchen – im Falle sehr großer Zahlen eine atemberaubende Verbesserung.
5. Auffinden neuer chemischer Verbindungen: Auch bei der Simulation von Quantensystemen kommen immer wieder komplexe Optimierungsprobleme

vor, bei denen es darum geht, aus vielen Alternativen die bestmögliche, d.h. energetisch günstigste Konfiguration der Elektronen in komplexen Molekülen oder Atomverbänden zu finden. Für herkömmliche Computer sind die entsprechenden Quantengleichungen zu schwierig. Quantencomputer könnten das Verhalten der beteiligten Elektronen dagegen direkt abbilden, da sie sich selber wie ein Quantensystem verhalten. Mit dem damit möglichen besseren Verständnis von Molekülen und den Details ihrer chemischen Reaktionen ließen sich beispielsweise neue Medikamente oder auch weit effizientere Batterietechnologien entwickeln.

Auch hier gilt es für Europa, den Fortschritt der USA und zunehmend auch den von China aufzuholen.

III. *Kernfusion:*

Ohne größere öffentliche Aufmerksamkeit machen die Wissenschaftler unterdessen auf einem Gebiet Fortschritte, das die Probleme der globalen Energieversorgung ein für alle Mal lösen könnte: die friedliche Nutzung der Kernfusion. Dabei geht es um nichts weniger als den Traum, unbegrenzte, saubere und sichere Energie aus der thermonuklearen Fusion von Atomkernen einzulösen, dieselbe, die unsere Sonne und die Sterne antreibt.

Neben dem mit massiven öffentlichen Geldern geförderten Mammutprojekt ITER im französischen Cadarache, das ab 2030 mit ersten Ergebnissen aufwarten soll, haben sich unterdessen auch einige privat finanzierte Unternehmen der Fusionsforschung verschrieben. Sie gehen dabei allerdings andere Wege als die ITER-Forscher. Mit alternativen und sehr viel kleineren Reaktortechnologien wollen sie bereits in den nächsten Jahren Strom aus Fusion gewinnen, und damit weit früher als ITER. Hier bahnt sich ein öffentlich-privater Wettlauf um die beste Lösung für die Fusionstechnologie an.

Wären wir tatsächlich eines Tages in der Lage, Energie wie die Sonne zu produzieren und uns damit Zugang zur effizientesten, sichersten und umweltfreundlichsten Energieform, die die Natur bietet, zu verschaffen, so wäre dies sicher nicht nur ein weiterer großer technologischer Fortschritt, sondern vielmehr ein zivilisatorischer Sprung, der gleichzusetzen wäre mit der Erfindung der Dampfmaschine, die uns vor 250 Jahren die Energie gab, unsere Gesellschaft komplett umzukrempeln. Es lohnt sich also, die Zwischenergebnisse aus diesem Rennen auch im Jahr 2021 zu verfolgen.

IV. Genetik in der Medizin:

Die Erfolge bei der Entwicklung des Impfstoffes gegen das Corona-Virus beruht auf immensen Fortschritten in der Gentechnik der letzten Jahre. Solche «genetische Impfstoffe» enthalten die genetischen Informationen des Erregers, die nach Verabreichung von den eigenen Körperzellen in entsprechende Proteine übersetzt werden, woraufhin wie bei einer echten Virusinfektion eine Abwehrreaktion des Immunsystems ausgelöst wird.

Gentechnische Verfahren werden aber nicht nur für Impfstoffe gegen Infektionskrankheiten entwickelt, sondern auch im Kampf gegen Krebs. Auch hier zeigen sich ermutigende Ergebnisse. So wird längst an Zellimpfstoffen geforscht, bei denen die mRNA-Sequenz im Impfstoff so gestaltet ist, dass sie krebsspezifische Antigene kodiert. Es gibt bereits über 50 klinische Studien für mRNA-Impfstoffe für eine Reihe von Krebsarten, darunter Blutkrebs, Melanom, Glioblastom (Hirntumor) und Prostatakrebs. Es könnte also durchaus sein, dass die Covid-19-Pandemie der Startschuss für einen breiten Durchbruch in der Behandlung von Krebs- und Infektionskrankheiten durch genetische Impfstoffe und patientenspezifische Medikamente sein wird.

Doch der wichtigste bio-medizinische und gentechnologische Durchbruch dieses Jahrhunderts ist nach wie vor CRISPR. Dieses gerade einmal acht Jahre alte gentechnische Verfahren könnte Szenarien wie die endgültige Heilung von Krebs sehr viel schneller Realität werden lassen, als dies selbst die größten Optimisten unter den Gentechnologen noch vor 10 Jahren für möglich gehalten haben. Längst wird die Technologie in der Praxis angewendet, insbesondere bei der Veränderung des Erbgutes von Pflanzen. Aber auch in der Anwendung an Tieren und Menschen tritt CRISPR in eine neue Phase ein. Direkte Eingriffe in das menschliche Genom stellen technisch bereit heute kein Problem mehr dar. Für manche medizinische Anwendung hat sich die Technik bereits bis in die Phase klinischer Studien entwickelt. Dies wird die Behandlung zahlreicher, bisher als unheilbar geltenden Erbkrankheiten revolutionieren, die durch Gendefekte hervorgerufen werden, aber auch von Menschheitsplagen wie HIV, Malaria oder gar Diabetes, Krebs und anderen altersbedingten Krankheiten. Andererseits hat das enorme Potential von CRISPR auch neue ethische Debatten ausgelöst (und alte verschärft) und wird auch 2021 für viele Kontroversen sorgen.

V. Internet der Dinge

Wir haben uns bereits an zahlreiche digitale Alltagshelfer gewöhnt, von der App, die uns in Echtzeit über Zugverspätungen informiert, über die elektronische Vermessung

der gelaufenen Schritte, bis hin zu Tinder, das paarungsbereite Zeitgenossen in der unmittelbaren Umgebung anzeigt. Auch den Kühlschrank, der selbsttätig Lebensmittel nachbestellt, kennt man schon. Doch wie wäre es mit

... einem Regenschirm, der bei aufkommendem Regen blinkt, und so die Aufmerksamkeit desjenigen auf sich zieht, der aus dem Haus gehen will.

... einem Portemonnaie, das sich immer schwerer öffnen lässt, je geringer das Guthaben auf der Kreditkarte ist.

Auch diese Helfer sind heute technologisch kein Problem mehr. Mit steigender Rechenkapazität, schnellerer Vernetzung durch ein ultraschnelles mobiles Internet und immer intelligenterer Datenverarbeitung wird sich die Entwicklung solcher „intelligenten Dinge“ rasant fortsetzen. Schon 2019 wurde 5G aufgeschaltet, das atemberaubende Geschwindigkeiten von bis zu 10 Gigabit pro Sekunde ermöglicht. Auch 2021 wird dieses Netz global weiter ausgebaut. Um das Gewünschte zu erreichen, müssen wir längst nicht mehr einen Computer benutzen, die Dinge des Alltags regeln das ohne unser direktes Zutun untereinander.

Tatsache ist: Unsere Welt verändert sich immer schneller. In seinem Roman *Schöne Neue Welt* von 1932 beschreibt Aldous Huxley eine Gesellschaft, in der die Menschen mittels biotechnologischer Manipulationen schon mit ihrer Geburt in verschiedene Kästen sortiert, und zugleich durch permanenten Konsum, Sex und die Glücksdroge Soma in all ihren Wünschen, Begierden und Gelüsten sofort befriedigt werden. Der Roman wird den meisten Lesern in seinen Grundzügen bekannt sein. Weniger bekannt ist das Jahr, in welchem Huxley seine Handlung spielen lässt. Es ist das Jahr 2540 n. Chr., also mehr als 600 Jahre nach Erscheinen des Romans! Dass die realen technologischen Möglichkeiten schon nach einem Jahrhundert dieses Szenario nicht nur erreichen, sondern weit in den Schatten stellen könnten, hatte sich selbst der Visionär Huxley nicht vorstellen können. Die technologischen Entwicklungen werden sich auch 2021 weiter beschleunigen.

Lars Jaeger, Januar 2021

© 2020: Lars Jaeger, DESIGNABILITIES Design Research Journal (ISSN 2511-6264) Authors retain the rights to their articles, which are published by DESIGNABILITIES Design Research Journal with their permission. Any use of these materials provide proper citation to the author and DESIGNABILITIES | www.designforschung.org

Citation Information:

Jaeger, Lars (2021): Was wir von 2021 erwarten dürfen – Die großen technologischen Tendenzen gehen weiter. In: DESIGNABILITIES Design Research Journal, (1) 2021. ISSN 2511-6274 <https://tinyurl.com/y3wv3j6z>