

## POPKOLUMNE

Vor sieben Jahren wurde der zurückgezogene lebende Londoner **Jai Paul** mit nur zwei Singles unverhofft zu einem der einflussreichsten Produzenten unserer Dekade: „BTSTU“ und „Jasmine“ waren wie trojanische Pferde, auf den ersten Blick geschmeidige, elegante Songs mit Falsett-Gesang, bei genauerem Hinhören Pionierarbeiten einer neuen Art von elektronischer Popmusik, so clever texturiert und ungewöhnlich im Zusammenspiel disparater Elemente, dass sich daraus bald ein neues Genre (Post-Dubstep) mit neuen Stars wie James Blake oder Jamie xx entwickelte. Irgendwann landete dann eine Arbeitsversion eines geplanten Albums Pauls im Internet, was Jai Paul scheinbar so schwer traumatisierte, dass er erst mal überhaupt keine Musik mehr veröffentlichte – bis zum vergangenen Wochenende. Seitdem gibt es zwei neue Songs, erschienen als Doppel-B-Seite: „Do You Love Her Now“ und „He“ (XL) klingen nach geheimnisvollem, leichtfüßigem Elektro-Soul, der zurückhaltend, aber immer unberechenbar ist, der immer wieder die Gangart wechselt, mal in Richtung Soft-Rock schippert, mal in Richtung R'n'B-Jam tänzelt. Besonders in „He“ scheint die Schwerkraft zwischen den Funk-Gitarren, gehauchten Vocals, opulenten Tonartwechseln und flachen Beat-Drops so wunderbar verzögert, dass man nur hoffen kann, die gierige Welt möge den scheuen Meister diesmal nicht gleich wieder erschrecken.

Nicht zu entmutigen ist dagegen Neil Hannon. Der Kammer-Pop auf dem neuen Album seiner auch schon 30 Jahre alten Band **The Divine Comedy** ist wie immer klug und einfallreich, aber ziemlich unzeitgemäß. Wahrscheinlich ist es sogar Absicht und „Office Politics“ (PIAS) doch als kleine Abhandlung über Entfremdung in der Arbeitswelt angelegt: Die Songs führen aus dem NachkriegsEngland in die Schulterpolsterwelt der späten Achtziger und unsere Zeit der technologischen Veränderung. Vertont ist das wie gewohnt vielseitig und uppig, und erinnert mal an den Synthie-Pop der Achtziger, mal an die England-Beobachtungen von *Blur* und mal an den Humor der Serie „The Office“. Zeitgemäße Popmusik klingt anders, aber immerhin erfährt man viel aus ihrem Fußnotenbereich. In „Philip And Steve's Furniture Removal Company“ zum Beispiel etwas über die Möbelspedition, die die beiden einflussreichen Minimal-Komponisten Reich und Glass in den Sechzigern betrieben. Darüber hinaus lernt man, was für ein Irrsinn Arbeit ist.

Wie es sich anfühlt, das Ohr ganz nah an den Nerv der Zeit zu legen, das konnte man am vergangenen Wochenende in Barcelona erleben: Beim **Primavera Sound Festival** waren zum ersten Mal mehr als die Hälfte der gebuchten Acts Frauen oder Genderqueer-Künstler. Ja, das geht. Und es geht sogar sehr gut. Zumal die entscheidenden Impulse der Popmusik der letzten Jahre ohnehin verstärkt von Musikerinnen ausgingen. Einige davon traten in Barcelona in den allerbesten Zeitfenstern auf: Solange, Rosalia, Lizzo, Courtney Barnett, Sophie, Helena Hauff, FKA Twigs. Wie aufregend und euphorisierend diese Shows waren, merkte man ironischerweise erst, wenn man an einer Bühne mit einer weißen Männer-Rockband vorbeikam, *Guided By Voices* zum Beispiel, *Interpol* oder *Primal Scream*. Die spielten ihre alten und, ja, immer noch guten Hits und kamen einem plötzlich vor wie seltsame Besucher aus einem muffigen Paralleluniversum.

„Small Mercies“ (4AD) heißt das neue Album von **Pixx**. Dahinter steckt die 23-jährige britische Sängerin Hannah Rodgers, die 2017 ein stilliches Debüt ablieferte: „The Age of Anxiety“ war halb Elektro-Pop, halb nebliger Trip-Hop. Auch auf ihrer zweiten Platte bewegt sie sich zwischen den Stilen, nur das Selbstbewusstsein ist größer, die Synthesizer sind lauter und die Texturen der Songs widerborstiger geworden.

Da knarzen auch mal *Pixies*-Gitarren. So punktgenau in der Mitte von Dream-Pop und Alternative-Rock muss man erst mal landen.

Neue Musik gibt es auch aus der Weirdo-Werkstatt namens **Yeasayer**. Die experimentelle Rockband aus Brooklyn entfernt sich auf ihrem fünften Album „Erotic Reruns“ (Yeasayer/Cargo) noch ein Stück weiter von ihren Worldbeat-Anfängen und scheint wieder alles auf einmal zu verwursten oder verballhornen: Psychedelic, Indie-Rock, Giftpilz-Beats, sogar 80s-Disco. Alles ganz schön anstrengend also. Kann man natürlich gut finden. Oder man hört die Jai-Paul-Singles aus dem ersten Abschnitt einfach noch mal von vorn. **ANNETT SCHEFFEL**

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein epochaler Technologiesprung, der die Menschheit vor Fragen stellt, die keine Disziplin alleine beantworten kann. John Brockman, Agent für Wissenschaftsliteratur und Gründer des Debattenforums *Edge.org*, hat das „Possible Minds“-Projekt ins Leben gerufen, das Natur- und Geisteswissenschaften zusammenführt, um KI und deren wahrscheinliche Ausformungen und Folgen zu ergründen. Das Feuilleton der *SZ* druckt Texte aus dem Projekt sowie europäische Reaktionen als Serie.

Neil Gershenfeld ist Physiker und Direktor des Center for Bits and Atoms am Massachusetts Institute of Technology.

Debatten über künstliche Intelligenz (KI) muten seltsam ahistorisch an oder sagen wir: manisch-depressiv. Denn je nachdem, wie man zählt, sind wir mittlerweile bereits im fünften „Boom-Bust“-Zyklus (in der Aufstiegs- und Niedergangsphase) dieser Technologie angekommen. Doch täuschen diese Schwankungen über die Kontinuität des tatsächlichen Fortschritts, der hier gemacht wurde, hinweg.

## DER GEIST IN DER MASCHINE

Was bedeutet künstliche Intelligenz? Eine Serie von Essays sucht Antworten. Teil 10

Die Zyklen haben je eine Dauer von ungefähr zehn Jahren. Zuerst gab es Großrechner, dann die Expertensysteme, die das Wissen von Experten ersetzen sollten. Das führte aber zu der Schwierigkeit, mit den Systemen an ein Wissen zu gelangen, das noch gar nicht vorhanden war. Inzwischen befinden wir uns im Zeitalter des Deep Learnings, in dem viele der früheren KI-Versprechen eingelöst werden, aber wir verstehen oft nicht, wie die Systeme zu ihren Ergebnissen kommen. Das wiederum hat Konsequenzen, die von intellektuellen bis zu existenziellen Bedrohungen reichen.

Alle Entwicklungsstufen der KI wurden als revolutionäre Fortschritte gefeiert, dabei machen sie alle effektiv dasselbe: Sie schließen aus Beobachtungen. Wie sehr die Ansätze einander ähneln, lässt sich daran erkennen, wie sehr ihre Leistung von dem Problem abhängt, mit dem sie sich befassen. Sowohl ein Lichtschalter als auch ein selbstfahrendes Auto spiegeln die Absichten ihrer Nutzer, wobei der Schalter nur zwei Optionen kennt, während das Auto viel mehr bietet. Die Phasen des KI-Booms starteten alle vielversprechend, enttäuschten dann aber, weil die Technologie stets dabei versagte, die Komplexität praktischer Probleme zu bewältigen.

Und doch gibt es Fortschritt. Er beruht auf der technologischen Unterscheidung zwischen linearen und exponentiellen Funktionen – eine Unterscheidung, die zu Beginn der KI-Entwicklung gemacht, aber erst viele Jahre später gewürdigt wurde.

Lange bestand die Möglichkeit, Berechnungen zu beschleunigen, darin, gar nichts zu tun, sondern darauf zu warten, dass die Computer schneller werden. Ebenso gab es KI-Projekte, die Wissen durch die mühsame Eingabe von Informationen sammelten. Das konnte natürlich nur so schnell voranschreiten, wie es Leute gab, die diese Eingaben machten. Als jedoch Telefonanrufe, Zeitungsartikel und E-Mail-Nachrichten über das Internet übertragen wurden, wurde jeder, der so etwas produzierte, zum Datengenerator. Das Ergebnis war eine exponentielle Wissensakkumulation.

Ein Problem, das durch Skalierung für die KI gelöst wurde, bestand darin, die Regeln für Prüfung und Bewertung von Berechnungen festzulegen, ohne für jedes Problem jeweils einen Programmierer einstellen zu müssen. Inzwischen haben es Skalierungsgesetze Maschinen ermöglicht, effektiv so leistungsfähig zu werden wie ihre Entsprechungen in der Biologie. Neuronale Netze schuf man mit dem Ziel, die Funktionsweise des Gehirns zu modellieren. Davon hat man sich verabschiedet, als mathematische Abstraktionen entwi-

ckelt wurden, die nichts mit Funktionsweise von Neuronen zu tun hatten.

Doch jetzt gibt es eine Art Konvergenz, die man sich eher als eine vorwärts- als eine rückwärtsentwickelte Biologie vorstellen muss, als das Ergebnis von Deep Learning, das Hirnschichten und -regionen wiedergibt.

Eines der schwierigsten Forschungsprojekte, die ich bisher durchgeführt habe, hat Datenwissenschaftler mit KI-Pionieren zusammengebracht. Leider sind damit keine Meilensteine erreicht worden. Denn obwohl die Ersteren zur Lösung der seit Langem bestehenden Probleme, die Letztere formuliert hatten, Fortschritte machten, wurde dies als wenig relevant angesehen, da man wenig Fortschritte beim Verständnis der Lösungen machte. Denn was ist ein Schachcomputer wert, wenn man nicht erklären kann, wie er Schach spielt?

Die Antwort darauf lautet natürlich, dass er es kann. Es gibt neue Forschungen, in denen KI auf KI angewendet wird, in denen also Netzwerke darin geschult werden zu erklären, wie sie eigentlich funktionieren. Aber wie das Gehirn kann man

## Der Kreis schließt sich

Erst konnten durch Atome Bits neu geordnet werden.

Bald wird es umgekehrt auch funktionieren

Von Neil Gershenfeld



COLLAGE: STEFAN DIMITROV

Computerchips nur verstehen, wenn man ihr Inneres betrachtet. Man tut sich leichter, wenn man ihre externen Schnittstellen betrachtet. Wir trauen (oder nicht) Gehirnen und Computerchips auf der Grundlage von Erfahrungen, nachdem man sie getestet hat, weniger auf Grundlage von Erklärungen zu ihrer Funktionsweise.

ANZEIGE



Viele Bereiche des Ingenieurwesens befinden sich gerade in einem Übergang. Sie entwerfen nicht explizit ein System, sondern beschreiben, was ein System tun soll, und dann sucht man nach passenden

Werkzeugen. Dieser Ansatz wird darum notwendig, weil die Komplexität der (computerbasierten) Mittel weit über das hinausgeht, was ein menschlicher Designer verstehen kann. Klingt nach einem Risiko, doch hat das menschliche Verständnis nun mal leider Grenzen.

Die Mutter aller Designprobleme sind wir selber. Denn unser Design steckt in dem am besten erhaltenen Teil unseres Genoms, den Hox-Genen. Es sind Gene, die andere Gene regulieren, sogenannte Entwicklungsprogramme. Nichts darin speichert das Design von Körpern, gespeichert ist die Reihe von Schritten, die zum menschlichen Körper führen. Dies ist die exakte Parallele zur Suche in der KI. Denn es gibt nahezu unendlich viele Möglichkeiten, den Körper zu entwerfen, die meisten von ihnen sind entweder inkonsequent oder tödlich. Die Hox-Gene repräsentieren daher eine Art natürliche Intelligenz auf molekularer Ebene.

Die KI hat insofern ein Geist-Körper-Problem, als sie über keinen Körper verfügt. Unsere eigene Intelligenz ist das Ergebnis eines Suchalgorithmus der Evolution, der sowohl unsere physische Form als

## Diese Schönheit passt in kein Quadrat

In Venedig ist Leonardo da Vincis „Vitruvmann“ ausgestellt – und straft seine Fans Lügen

Er ist der wohl berühmteste Nackte der Kunstgeschichte, bekannter noch als Michelangelos „David“: Leonardo da Vincis „Vitruvmann“. Der Mann in Kreis und Quadrat findet sich auf der Ein-Euro-Münze, einer Weltraumstation, Medizinprodukten, Hochschullogos, überall also, wo jemand wahlweise Fortschritt, Kreativität, Ganzheitlichkeit oder Rationalität für sich beansprucht. Die Bild- und Bedeutungskarriere des „Vitruvmannes“ begann 1939 in der faschistischen Leonardo-da-Vinci-Ausstellung in Mailand, dort war nicht nur die Zeichnung zu sehen, sondern auch eine überdimensionale Reproduktion. Der Körper sei „unsere Maschine“, hieß es in der Schau; Leonardos Mann stand für die Normierung des Menschen, wie der Faschismus sie propagierte.

Nun gibt es die seltene Gelegenheit, sich einmal nicht mit all den Projektionen zu beschäftigen, die den „Vitruvmann“ jetzt 80 Jahren wie Aschewolken umnebeln, sondern ihn selbst zu befragen. Die Accademia in Venedig zeigt im 500. Todesjahr des Meisters ihre Schätze. Dies sind rund zwei Dutzend Zeichnungen da Vincis, zudem verwandte Werke seiner Weggefährten. Der gut gebaute, etwas missmutig blickende Lockenträger strahlt nichts von der Spontanität der anderen Blätter Leonardos aus. Hier sucht der Künstler

nicht zeichnend nach Lösungen, sondern setzt Lineal und Zirkel punktgenau an, um mit Tinte, Tusche und einem Metallstift eine Erkenntnis kundzutun: Vitruv irrt.

Der Baumeister und Ingenieur von Cäsar und Augustus hielt den Bauchnabel für den Mittelpunkt des menschlichen Körpers. Vitruv schrieb, ein Mann, der mit ausgestreckten Gliedern auf dem Rücken liege, passe gleichermaßen in ein Quadrat und einen Kreis, beide Male wäre der Nabel die Mitte.

ANZEIGE



Leonardo aber misstraute solchen angeblichen Gesetzmäßigkeiten, solange er sie nicht im Experiment bestätigt sah. Also nahm er, wie nach ihm Albrecht Dürer, an diversen Nachellen Maß. Die Männer,

die er betrachtete, hatten unterschiedliche Proportionen. Selbst aber ein so ideal-schöner Mann, wie es der Gelockte auf der Zeichnung ist, wird Vitruvs Annahme nicht gerecht. Leonardo musste die Mitte des Menschen unterschiedlich hoch ansetzen: Der Nabel bildet nur das Zentrum des Kreises, beim Quadrat dagegen liegt der Mittelpunkt auf Höhe der Scham. Zudem muss der Mann im Kreis die Arme nach oben strecken und die Beine spreizen, während er gerade steht und die Arme waagrecht hält, um das Quadrat von innen zu berühren. Der Mensch ist das Maß der Dinge, Zirkel und Lineal sind es nicht. Leonardos Experiment gibt den Humanisten recht und straft alle Normierungsfantasien Lügen.

Präzise zeigt die Ausstellung, wie Leonardo so weit kam. Er arbeitete sich erst an einem kahlen Kopf ab (im Schädel vermutete er den Sitz der Seele), berechnete die Abstände zwischen Ohr und Auge, Kinn und Nase. Dann versetzte er seine Figuren in Aktion, ließ sie rennen und tanzen, gegeneinander kämpfen und einander berühren. Ein Blatt aus dem Codex Huygens des Künstlers Carlo Urbino kopiert wohl Leonardos heute verlorene Studie zum „Vitruvmann“: Hier wirbelt der Nackte geradezu die Geometrie durcheinander.

Der Mensch ist bei Leonardo da Vinci



Leonardos „Vitruvmann“ entstand um 1490. FOTO: DE FINA, GALLERIE D'ACCADEMIA, VENEZIG

nicht statisch, sondern ein Wesen in Raum und Zeit, die Fähigkeit zur Bewegung macht ihn aus. **KIA VAHLAND**

Leonardo da Vinci. L'uomo modello del mondo, bis 14. Juli in der Accademia in Venedig.

auch unsere Programmierung betrifft und ändern konnte – sie sind untrennbar miteinander verbunden. Die Geschichte der KI entpuppt sich eher als ein Wirken von Skalierungsgesetzen als eine Folge von konkreten Anwendungen. Ihre Zukunft wird ähnlich verlaufen. Was gerade unternommen wird, ist der Versuch, Programmierbarkeit in die Welt der Atome zu bringen. Indem wir nicht nur die Designs digitalisieren, werden die Lehren von Neumann und Shannon auf die Komplexität von Materialien übertragen.

Aminosäuren, die die Grundlage des Lebens bilden, und Legosteine, die die Grundlage eines Spiels bilden, teilen hier dieselben Eigenschaften.

Das Interessante an Aminosäuren ist ja, dass sie gar nicht interessant sind. Aber nur zwanzig verschiedene Arten reichen um einen Menschen auszumachen. Genau so reichen etwa zwanzig Arten von digitalem Material – leitend, isolierend, starr, flexibel, magnetisch usw. – aus, um den Funktionsumfang von modernen Technologien wie Roboter und Computer zu erzielen.

Die Verbindung zwischen Berechnung und Herstellung wurde schon von den Pionieren vorhergesagt. Der Mathematiker Norbert Wiener deutete es an, als er den Materialtransport mit dem Nachrichtentransport verband. Das Letzte, worüber John von Neumann ausführlich arbeitete, waren sich selbst reproduzierende Systeme. Als Abstraktion auf das Leben hat er eine Maschine entworfen, die berechnet, wie sie sich selbst konstruiert. Und das Letzte, was Alan Turing studierte, war, wie die Anweisungen in Genen zu physischen Formen führen. All diese Fragen behandeln etwas, das der typischen Informatikausbildung fehlt: die physikalische Bedingtheit einer Berechnung.

Die Geschichte lehrt: Die Realität liegt meist irgendwo zwischen Dystopie und Utopie

Die Informatikpioniere Alan Turing und John von Neumann stellten ihre Fragen theoretisch, weil es zu ihrer Zeit nicht möglich war, sie praktisch umzusetzen. Doch über die Konvergenz von Kommunikation und Berechnung mit der Fabrikation werden solche Studien nun experimentell umsetzbar. Die Herstellung einer Maschine, die sich selber aus den von ihr hergestellten Teilen zusammensetzen kann, ist ein Schwerpunkt meines Labors, ebenso wie die Entwicklung synthetischer Zellen.

Natürlich ist die Vorstellung einer Selbstreproduktion von Automaten noch viel gruseliger als die Befürchtung einer außer Kontrolle geratenen KI, da sie die Intelligenz genau dorthin verschiebt, wo wir leben. Doch steckt in der Möglichkeit, sowohl Atome wie auch Bits zu programmieren, die Chance, Entwürfe global zu teilen, während Energie, Nahrung und Schutz vor Ort erzeugt werden. Wiener sorgte sich um die Zukunft der Arbeit, stellte aber die Grundfrage der Arbeit nicht infrage. Sie ist dann infrage gestellt, wenn Konsum durch Schöpfung ersetzt werden kann.

Die Geschichte legt nahe, dass weder utopische noch dystopische Szenarien sich durchsetzen. Wir landen meist irgendwo dazwischen. Doch die Geschichte lehrt auch, dass wir nicht auf die Geschichte warten müssen.

Wenn die Maker-Bewegung der Vorbote einer dritten digitalen Revolution ist, kann der Erfolg der KI auch als die Krönung der ersten beiden digitalen Revolutionen gesehen werden. Obwahl Maschinenbau und Maschinendenken als voneinander unabhängig erscheinen mögen, liegen sie doch jeweils in der Zukunft des anderen. Dieselben Trends, die KI möglich gemacht haben, deuten auch darauf hin, dass die aktuelle KI-Manie nur eine Phase ist, der die Verschmelzung von künstlicher und natürlicher Intelligenz folgen wird.

Es war ein Fortschritt für Atome, Moleküle zu bilden, für Moleküle, Organelle zu bilden, für Organellen, zu Zellen zu werden. Daraus wurden Organe und Organismen, die Familien und dann Gesellschaften formen, aus denen Zivilisationen wurden. Diese große Evolutionsschleife kann nun geschlossen werden, indem Atome Bits – und diese wieder Atome anordnen.

## KURZ GEMELDET

Die Schauspielerin Geena Davis, der Schauspieler Wes Studi, der Regisseur David Lynch und die Regisseurin Lina Wertmüller werden in diesem Jahr mit **Ehren-Oscars** ausgezeichnet. Dies teilte die Akademie am Montag mit. Die sogenannten Governors Awards bekommen Personen, „die sich einem Leben voll künstlerischer Errungenschaften verschrieben“ und der Branche „herausragende Beiträge“ geliefert haben. **DPA**

Die deutsche Regisseurin und Produzentin **Maren Ade** („Toni Erdmann“) wird mit **Janine Jackowski** und **Jonas Dornbach** im August beim Filmfestival **Locarno** ausgezeichnet. Der Preis „Premio Raimondo Rezzonico“ geht an Produzenten von Independent-Filmen, die nicht von etablierten Studios verwirklicht werden, wie die Festival-Leitung am Dienstag mitteilte. Ade, Jackowski und Dornbach leiten zusammen die Firma Komplizen Film. **DPA**

Die **Tresortür** des ehemaligen **Wertheim-Kaufhauses** und legendären **Techno-Clubs „Tresor“** in Berlin-Mitte zieht Mitte Juni als erstes Exponat der Berlin-Ausstellung in das Humboldt Forum ein. Sie stehe wie kaum ein anderer Teil „für die bewegte Geschichte der Stadt über die letzten 100 Jahre“, erklärten die Stiftung Humboldt Forum und „Kulturprojekte Berlin“. **KNA**