



Eigenmacht

Brigitte Burgmer, 2017
Fayencerelief mit Bildtafel
48 x 18,4 x 7,4 cm

EIGENMACHT

Der Titel des Fayencewerkes "Eigenmacht" bedeutet die mentale und leibliche *Selbstwirksamkeit* der Lebewesen, die Entfaltung der eigenen Fähigkeiten und Ambitionen unter bestimmten Lebens- und Produktionsverhältnissen. Eigenmächtigkeit im Sinne *rücksichtsloser Anmaßung* sehen wir vor allem bei Global Playern mit ihren Kapitalgebern, die mit Heilsversprechen transnational eine disruptive Agrar- und Wirtschaftspolitik auf Kosten von Mensch und Umwelt durchsetzen, die Schäden externalisieren und die Gewinne privatisieren. Ihre Machtkonzentration wird durch die Digitalisierung aller Wirtschaftsbereiche beschleunigt, denn sie ist ein mächtiges Werkzeug der Profitsteigerung durch Rationalisierung; falls sie zu "technologischer Arbeitslosigkeit" führt, werden Algorithmen zu Konkurrenten von Arbeitenden oder Angestellten. Wer eine Abschätzung der Technikfolgen fordert und Kritik an der digitalen Transformation übt, gehört entweder zur "Old School" oder hat die "German Angst". – Die Bilder des Fayencewerkes laden zu einer Odyssee ein, von der Natur in die digitalisierte Arbeits- und Lebenswelt bis in das Innere des Menschen. Denn die Digitalisierung beeinflusst nicht nur unsere physischen Fähigkeiten, sondern auch Gehirn, Geist und Psyche.

Die beiden ersten Kapitel führen durch Szenen der *Industrie 4.0* und *Landwirtschaft 4.0*, in ein Algen-Forschungslabor, zu einer der Schaltzentralen der Datenindustrie – dem Apple-Headquarter – und in eine Serverfarm; die japanische Jeanswerkstatt illustriert Folgen unseres Konsumverhaltens. Das dritte Kapitel handelt vom *Smart Home* mit Gadgets und Haushaltrobotern und vom ständigen Begleiter Smartphone, das die User neu formatiert.

Im vierten Kapitel wird der Mensch im Zusammenhang der Evolutionsgeschichte betrachtet, in der er wurde, was er noch ist: ein *homo faber*, dessen Werkzeuggebrauch lange als menschliches Privileg galt. Doch höhere Tiere haben seit Jahrmillionen Werkzeuge am Leib, etwa Grabschaufeln für den Wohnungsbau oder Spezialfinger für die Nahrungsbeschaffung, einige Tiere wie Krähen und Affen stellen sich Werkzeuge selbst her.

Weil das Begreifen aus dem Greifen entstand, geht es im fünften Kapitel um die wechselseitige Beeinflussung von Leib und Geist. An einem Fallbeispiel wird beschrieben, wie ein ehemals Blinder lernt, die Welt visuell zu verstehen. Die auf dem Kopf der Plastik gemalten Kleinhirn-Neuronen steuern Körperbewegungen und höhere Denkleistungen; sie werden durch das freie Spiel im Waldkindergarten gefördert. Dort entwickeln Kinder wie das gemalte Mädchen ihre körperlichen, mentalen und sozialen Fähigkeiten, sie entfalten Phantasie und Erfindergeist. Im Schlusskapitel wird die neuronale Verarbeitung visueller Eindrücke in Beziehung gesetzt zur Künstlichen Intelligenz mit ihren "neuronalen Netzen" für die Objekt- und Gesichtserkennung, die in allen *smarten* Objekten und Systemen des Alltags integriert sind.

Eine kritische Zusammenschau der Motive provoziert die Frage, wie sich unsere physischen Fähigkeiten, unsere mentale und seelische Beschaffenheit verändern, wenn wir an der Nabelschnur der IT-Konzerne hängen, die unser ganzes Leben durchleuchten, uns mit "Nudging" erziehen und unser Trieblieben ausbeuten. Wir delegieren unsere Eigenmacht freiwillig an KI-Systeme, deren Überwachungs-Algorithmen unsere private und politische Autonomie gefährden.

Kap. I. WIR SIND GUT AUFGESTELLT!

Prototypen der allumfassenden Digitalisierung sind die **Fabrikationsroboter auf der Bildtafel, sie entstammen der Autoindustrie, die auf selbstfahrende Fahrzeuge zusteuert. In der Landschaft rechts oben arbeitet ein autonomer Feldhäcksler beim smart**

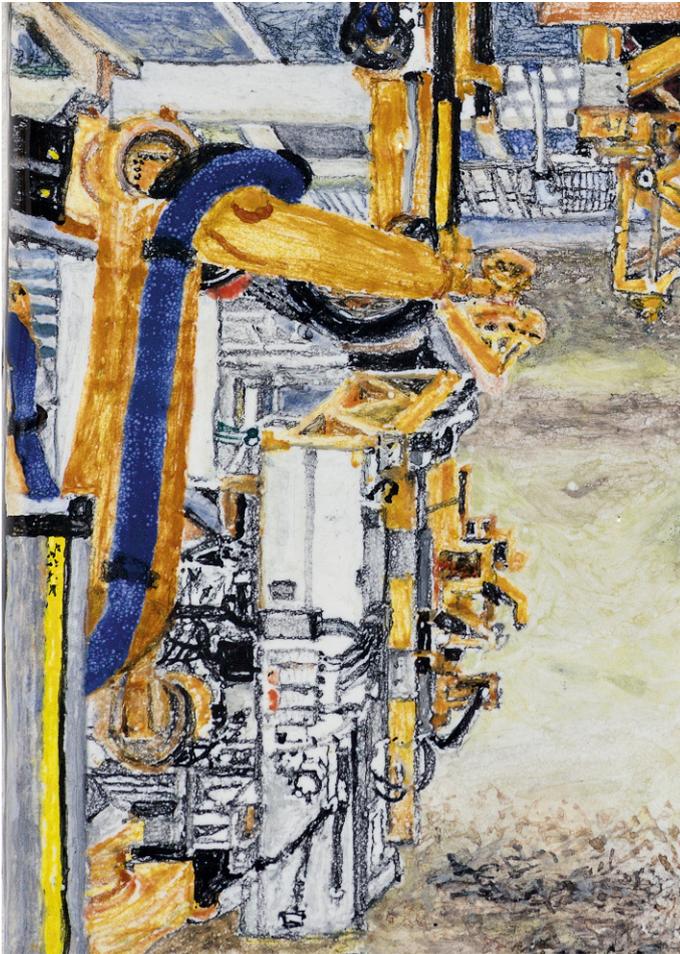
farming mit vernetzten Landmaschinen, und die Roboterbienen könnten als Folge des Insektensterbens in Zukunft die Bestäubung übernehmen. In den gelben Rohren der Photobioreaktoren lassen Wissenschaftler Algenkulturen wachsen, um ihre Wertstoffe und die Substitution von Rohstoffen zu erforschen. Das mittlere Bild zeigt das Sandstrahlen von Jeans, – sie sind ein typisches Produkt der *fast fashion-Industrie*, die ökologische und gesundheitliche Schäden in ferne Länder auslagert. Solange Fortschritt dem Dogma Wachstum durch permanente Innovationen um jeden Preis unterliegt, gilt Digitalisierung als alternativlos. Die Protagonisten dieser milliarden schweren 4. industriellen Revolution agieren mit allen Mitteln und auf allen Ebenen von Politik, Wirtschaft und Journalismus, nicht nur in der Lobby der Informations-Industrie.

Treiber und Getriebene

"Die Unternehmen engagieren Hacker, um Lücken zu finden. Sie kaufen Versicherungspolice, um sich gegen Cyberrisiken abzusichern. Sie stolpern durch die Bedrohungsszenarien **wie Getriebene**." (Frank Rieger, "Jeder ist angreifbar", Der Spiegel, Nr. 39, 19.09.2015, S. 69) – "Cebit. Merkel fordert **mehr Tempo im digitalen Wandel**." (dpa, rtr, Kölner Stadt-Anzeiger, 20.03.2017, Wirtschaft S. 9) – "Die führenden Industrie- und Schwellenländer wollen das schnelle Internet weltweit **vorantreiben**." (dpa, "Internet für alle bis 2025", Kölner Stadt-Anzeiger, 08./09.04.2017, Wirtschaft S. 11) – "Industrie 4.0: Weltweit werden immer mehr Produkte und Maschinen vernetzt. Die deutsche Wirtschaft verdient nur teilweise an diesem Boom. Konzerne wie Siemens, Bosch oder ABB **treiben den Wandel voran** – der Mittelstand ist zögerlicher." (Alexander Jung, "Die digitale Zumutung", Der Spiegel, Nr. 17, 22.04.2017, Wirtschaft S. 64-67) – "Ähnlich äußerte sich auch der Branchenverband Bitkom, der die Digitalisierung und Vernetzung traditioneller Industrien als **Wachstumstreiber** sieht." (dpa, "Digitalisierung als **Wachstumstreiber**", Kölner Stadt-Anzeiger, 25.04.2017, Wirtschaft S. 17) – "Noch ist Amazon ein **Innovationstreiber**." (Thomas Heuzeroth, "Wir fürchten uns vor dem Tag zwei", Die Welt, Nr. 109, 11.05.2017, Wirtschaft S. 9) – "Die wahren **Treiber der digitalen Transformation** sind die Verbraucher mit ihren immer individuelleren Wünschen." (Ines Bellinger, "Revolution in der Fabrik", National Geographic, Nr. 8, August 2017, S. 76) – "Kaeser, seit 1980 im Unternehmen, spricht über die **Digitalisierung als Wachstumstreiber** und von der nächsten Generation." (Thomas Fromm über den Siemens-Chef Kaeser, "Hin und weg", Süddeutsche Zeitung, Nr. 8, 11.01.2018, S. 03) – "Mehr Züge auf dem gleichen Netz. Bahnchef Richard Lutz will die **Digitalisierung vorantreiben** und die Auslastung erhöhen." (Peter Berger, Kölner Stadt-Anzeiger, 16.02.2018, Themen des Tages, S. 03) – "Auf einem ausgebauten Testgelände der RWTH Aachen wollen Wissenschaftler zum vernetzten Fahren in der Stadt forschen und die **Entwicklung vorantreiben**." (Barbara A. Cepielek, "Ohne Hand am Lenkrad", Kölner Stadt-Anzeiger, 28.03.2018, Themen des Tages S. 03)

Luxusklasse Autonomie

Die Maschinen um das kleine Mädchen sind aus der Werbung des mittlerweile chinesischen Maschinen- und Roboterbauers Kuka und aus dem Wolfsburger VW-Werk zusammengestellt. Zwar arbeiten beim Schweißen und im Karosseriebau von den weltweit 250.000 Mitarbeitern bei VW noch ca. 50% taktgebunden an Maschinen, jedoch nicht mehr lange: "Roboter können uns künftig menschenunwürdige Arbeit abnehmen", prognostiziert VW-Personalchef Horst Neumann, aber durch altersbedingtes Ausscheiden würden keine Arbeitsplätze wegfallen. Roboter an ihrer Stelle kosten 3,20 Euro die Stunde, während Facharbeiter 30,- bis 50,- Euro Stundenlohn erhalten.



Trotz wohlmeinender Bekenntnissen zur Reduzierung des Autoverkehrs waren laut Kraftfahrt-Bundesamt Anfang Januar 2018 in Deutschland 63,7 Millionen Autos unterwegs. Unbeeindruckt vom Dieselabgas-Skandal will VW bis Ende 2022 an 16 Standorten weltweit batteriebetriebene Autos herstellen. Zwei Monate vor dem tödlichen Unfall mit einem Uber-Roboterauto in Arizona erwartete VW-Digital-Chef Jungwirth auch ein "superprofitables Geschäft" mit automatisiertem Fahren, obwohl die ethischen und rechtlichen Haftungsfragen bei Unfällen durch Softwarefehler, Netzausfall oder Cybersabotage gesetzlich nicht geregelt sind. Jungwirth strebt eine "demokratische Mobilität" an, auch für Blinde, Kranke und Kinder, wie er in einem *Focus*-Beitrag im Januar 2018 schrieb, vielleicht könne man mit eingespiegelter Werbung sogar gratis fahren. Wenn jemand weiterhin selbst steuern wolle, könne er hochwertige Autos mit Lenkrad, Gaspedal und autonomen Funktionen als Extras kaufen. Im Klartext bedeutet das, wer Autonomie bezahlen kann, fährt in Zukunft (unter Kontrolle vernetzter Assistenzsysteme) selber, die Mehrheit wird von autonomen *Auto*-Mobilien gefahren. Der VW-Konzern wird die "Cockpits" mit lukrativer Elektronik hochrüsten, denn das Auto "kann alles für dich sein: Konzertsaal, Kino, Museum mit Gemälden, Sportarena, Augmented-Reality-Raum, Konferenzraum, Massagepraxis und vieles mehr."¹

Als "ultimatives mobiles Endgerät" bezeichnet Mercedes die neue S-Klasse mit Bildschirmen, lernfähigem Sprachassistenten und Sprachsteuerung, allerdings stecken die Informationen zu den Anzeigen, Funktionen und zur Bedienung nicht mehr im Auto, sondern in einer Handy-App. Die Werbung für den neuen Audi A7 verspricht: "Elegante Touchscreens mit haptischem Feedback machen die Bedienung zur Fingerübung". Aber die Passagiere verlernen das Autofahren in autonomen Fahrzeugen genauso wie Piloten, deren fliegerische Fähigkeiten durch Autopiloten verkümmern: Bei "automation surprise" sind nicht wenige Piloten hilflos.

Anweisungen durch die Brille

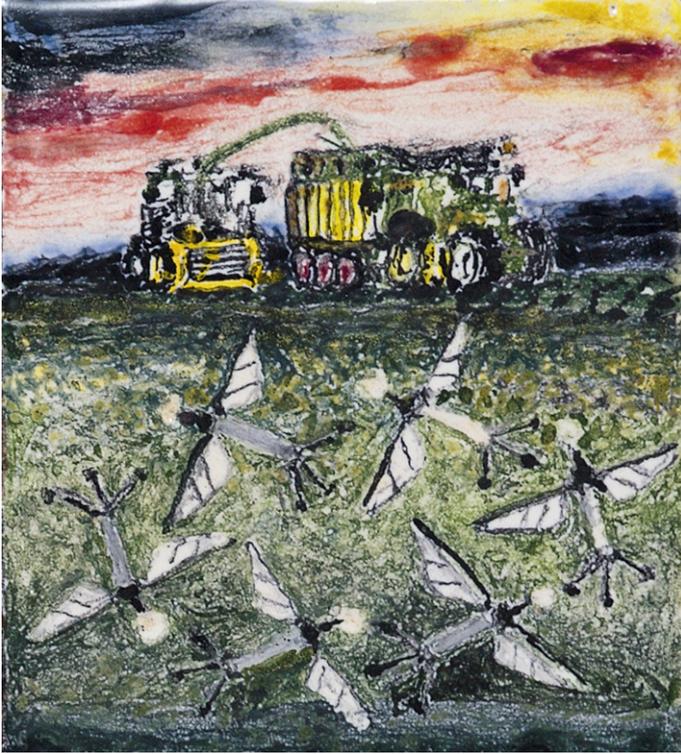
Der gebogene Reif auf dem Kopf der Plastik ist die Halterung einer AR-Brille (*augmented reality*), deren Bildschirm-Gläser in Ton nicht darstellbar sind. Darauf bekommt der Arbeiter Anweisungen in Text und Bild für den Arbeitsprozess eingespielt. Auf einem Demonstrationsfoto vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) greifen *cooperative robots* wie Schlangen um den Techniker mit AR-Brille herum, der gerade überkopf arbeitet; die cobots haben Sensoren für die Orientierung und für die Arbeit Aktoren wie Greifer oder Bohrer. Während niemand den automatischen Ungetümen in abgeschirmten Produktionsstraßen zu nahe kommen darf, sind diese relativ leichten Fabrikationsroboter mit Berührungs-Sensoren für die direkte Zusammenarbeit mit Menschen konzipiert. Zur Vermeidung von Unfällen werden sie mit Kameras kontrolliert und digital gesteuert, die Sensorik mit Laserscanner stoppt den Cobot automatisch, sollte seine Kraftausübung für den Menschen gefährlich werden. Die flexiblen Roboter können jeden Kundenwunsch erfüllen, d. h. anstelle von Standardisierung bedienen sie Wünsche nach narzistischer Individualisierung.

Das DFKI forscht für VW u. a. an dieser "maschinellen Intelligenz" mit erweiterter Realität und am *Internet der Dinge*. Es ist das weltweit größte Institut dieser Art mit mehr als 800 Mitarbeitern aus 60 Nationen, finanziert von der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft. Zu den 23 Gesellschaftern gehören u. a. Google, SAP, Microsoft, Telekom und VW. Der Chef des DFKI, Informatikprofessor Wolfgang Wahlster, gründete das Institut mit dem Wahlspruch "Artificial Intelligence for Good" und prägte den Begriff *Industrie 4.0*.²

Abendlandschaft mit smarterer Wolke

In dem idyllischen Werbebild von John Deere rechts oben auf der Bildtafel verkündet ein romantischer Sonnenuntergang die *smarte Präzisionslandwirtschaft* mit Feldhäcksler und Überladefahrzeug, nur sieht keiner die Abendstimmung, denn die Landmaschinen arbeiten ohne Menschen. Hersteller wie Claas, Fendt und Deere versprechen die Verminderung von Dünger und Pestiziden und zusätzliche Ertragssteigerungen durch die Landwirtschaft 4.0; sie basiert auf GPS für die Topographie, Wetterdaten und Sensoren zur Analyse der Bodenqualität und autonomen Erntemaschinen mit integrierten Überwachungssystemen, die auch Ertragskarten generieren; einheitliche Standards ermöglichen die Vernetzung auf Plattformen. Zur Programmierung und Überwachung benutzen die Landwirte ihre Tablets, als IT-Manager kommen sie allerdings kaum noch in Berührung mit Land, Samen und Feldfrüchten.

In der Fernsehdokumentation "Die Saat der Gier" demonstrierte ein Team der fusionierenden Weltkonzerne Monsanto und Bayer auf einem brasilianischen Testfeld eine aufwändige Spielart des *Digital Farming*: Zum Kartografieren der Felder maßen zwei Drohnen mit Sensoren Strahlungen jenseits des Sichtbaren; diese Daten über Chlorophyllgehalt und Vitalität der Pflanzen, Schädlingsbefall oder Unkrautmengen wertete die Climate Corporation in St. Louis aus und sandte die Ergebnisse auf den Monitor im Traktor; bei Problemen half das Callcenter.³ Seit der Übernahme der Climate Corporation, einer Gründung von ehemaligen Google-Mitarbeitern, setzt Monsanto auf die Optimierung der Landwirtschaft durch Datenanalysen, vom Erbgut der Samen bis zur Ernte der Farmer. Ungeklärt ist, wem die Daten der Landwirte gehören, aber die Interessenten sind klar: neben der eigenen Konkurrenz die Agrarkonzerne, Hersteller von Hightech-Landmaschinen und IT-Unternehmen. Die weltweit größten Agrarkonzerne beherrschen mit Saatgutpatenten, Pestiziden und gesammelten Daten weltweit die smarte Landwirtschaft in einem Netzwerk aus Maschinen, Geräten, Einrichtungen, Rechnern, Software und Serverfarmen. Die Abhängigkeit der Farmer von den Konzernen ist perfekt.



Bernd Schmitz aus Honnef, Landwirt in der 5. Generation und seit 15 Jahren ökologischer Bauer, kontert im erwähnten Film: "Wenn ich jetzt den Geschäftsbericht aus der Bayer-Zentrale gelesen hab', dann träumt man davon, mit den Apps, die es da auf dem Handy vom Bauern gibt, direkt die Informationen vom Acker zu bekommen und eigentlich sozusagen aus der Bayer-Zentrale zu steuern, was kommt denn da auf den Acker. Für meinen Betrieb undenkbar, – dann brauch ich ja nicht selbständig Bauer zu sein. Also für mich ist es wichtig, Entscheidungen selber zu treffen, Risiken abzuwägen und auch aus einem breiten Spektrum Methoden zu wählen, die ich anwende."³

Blütenevolution mit Robotern

In der menschenleeren Landschaft mit Hightech-Landmaschinen kreisen im Vordergrund autonom fliegende "RoboBees" vom Wyss-Institut der Harvard University. Inspiriert von der Biologie der Bienen, sind die Mini-Drohnen gedacht für Erkundungsflüge, Hilfsmissionen, Überwachung von Wetter, Klima und Umwelt und schließlich als Ersatz für die natürlichen Bestäuber. Sie können sich durch elektrostatische Anziehung auf Blattunterseiten oder anderen Gegenständen niederlassen und sogar schwimmen. Die Microroboter-Bienen sind so groß wie ein Fingerglied und wiegen nur 1/10 Gramm; anstelle von Muskeln wurde bei den Flügeln ein neu entwickeltes Material eingesetzt, das sich unter Strom zusammenzieht, für den Weiterflug wird die Spannung ausgeschaltet. Das Robotik-Institut erforschte folgende Probleme: 1. autonomes Fliegen mit integrierter Energiequelle, 2. smarte Sensorik mit Kontrollelektronik in Anlehnung an die Bienenaugen und -antennen und 3. die abgestimmte Kollaboration aller RoboBees als koordiniert fliegende Einheit.⁴ Den Robotik-Spezialisten waren die technischen Verwendungszwecke der RoboBees wichtig, alarmierend ist jedoch das massenhafte Sterben der Bienen, Hummeln und anderen Bestäuber, ausgelöst durch die eingeschleppten Varroe-Milben, die Folgen des Klimawandels und die industrialisierte Landwirtschaft mit ihren Kollateralschäden: Die Vorbehandlung der Samen mit giftigen Neonicotinoiden, die Reduzierung des Lebensraumes durch zu früh abgemähte Wiesen und fehlende Blühstreifen an Feldrändern. Mittlerweile machen Servicefirmen ein lukratives Geschäft damit, Bienenvölker auf Zeit zu vermieten. Dave Goulson berichtete im Oktober 2012 in den Online-

Nachrichten chinadialogue.net, dass Bauern im Südwesten Chinas gezwungen sind, jede Blüte ihrer Apfel- und Birnbäume mit dem Pinsel zu bestäuben, zu den obersten Blüten klettern ihre Kinder in die Bäume hoch. – Die Bestäuber-Leistung der RoboBees wurde nicht getestet. Wieviele Blütenformen gäbe es nach Jahrhunderten Bestäubung durch RoboBees?

Die Kleinsten sollen die Probleme lösen

Angesichts der Schäden durch Monokulturen für Nahrung und Treibstoff setzen Forscher und Firmen auf mikroskopisch kleine Meeresalgen. Das Labor mit den gelben Röhren unter der Landschaft stammt aus einer Reportage der *National Geographic* 10-2017 über die "Feld-Forscher" im niederländischen "Food Valley". Im "AlgaePARC" der Universität Wageningen forschen Wissenschaftler aus über 100 Nationen an nichts Geringerem als der zukünftigen Welternährung. Der Algenspezialist Ruud Vanderloo im weißen Laborkittel beugt mit verschränkten Armen einen Photobioreaktor, in dessen Nährlösung die Algen *neochloris oleoabundans* zirkulieren. Neben den Kohlehydraten und Proteinen enthalten sie in Ölbläschen wertvolle Lipide mit essentiellen Omega-3-Fettsäuren. Erforscht wird die effizienteste Kultivierung, das knifflige "Cracken" der Zellen und die schonende Extraktion der Inhaltsstoffe durch Zentrifugation, Flokkulation, Filtration, usw...

Die Photosynthese wird im Labor durch steuerbares LED-Licht konstant angeregt, in den Rohrsystemen draußen sind die Mikroalgen dem Wechsel von Tageszeiten und Klima ausgesetzt.⁵ Mit 12 Millionen Euro Förderung von Bayern und der Airbus Group forscht die TU München im "Algentechnikum" auf dem Ludwig Bölkow Campus in Ottobrunn nicht nur an der Gewinnung von Wertstoffen aus Algen, sondern auch an Algenkerosin. Um die derzeitigen Kosten von 2 Euro/Liter Biokerosin zu senken, bräuchte man großtechnische Anlagen, aber die schaffen neue Probleme, denn die riesigen Wassermengen treiben die Kosten für Prozessenergie und technische Infrastruktur in die Höhe. Deshalb entwickelte Michael Melkonian am Botanischen Institut der Universität Köln den kostengünstigeren "Porous Substrate Bioreaktor", senkrechte Platten mit dichtgepackten Zellschichten auf feinporösem Trägermaterial; diese Biofilme sind effizient in der Aufnahme und Verarbeitung von Licht und Kohlendioxid. Inhaltstoffe und Biomasse wären sogar als Nahrungs-



ergänzungsmittel und als Tierfutter in Aquakulturen zu verwenden, alternativ könnten sie in Pharmazie oder Umweltbiotechnologien eingesetzt werden.⁶

Zwei Probleme gleichzeitig soll ein Recyclingverfahren lösen, an dem das Team von Eugenia J. Olguin forschte; sie beschrieb ihre Experimente im Mai 2015 in *New Biotechnology*. Für die Herstellung von Biodiesel aus einer lipidreichen Biomasse ernährte sie die Algen *N. oleoabundans* mit Schweinefäkalien.

"Haben Sie die Löcher selber gemacht?"

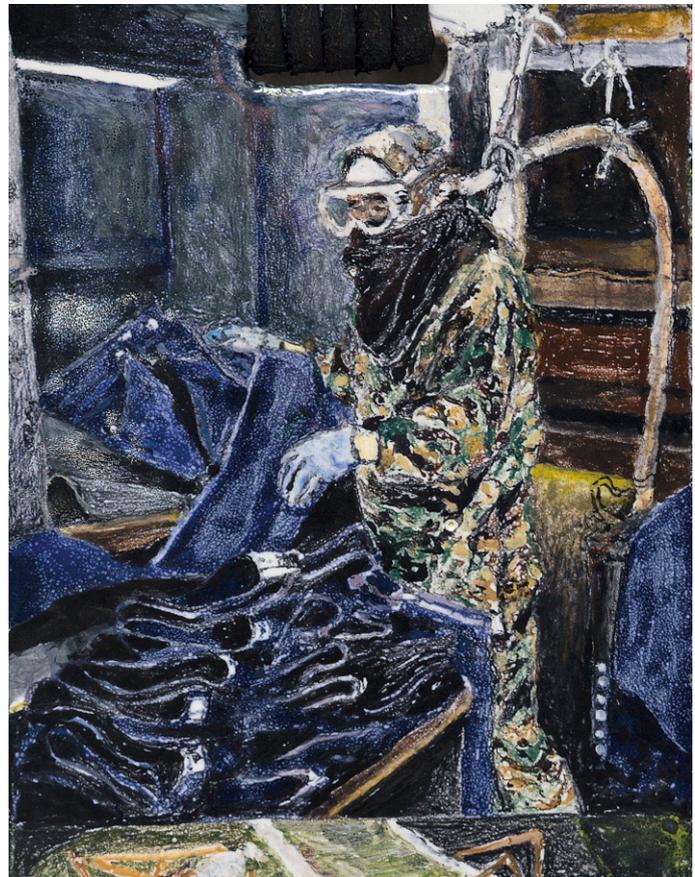
Als ich beim Metzger diese Frage spontan einem jungen Mann neben mir stellte, verneinte er sie. Angesprochen darauf, dass es doch eigentlich pervers sei, erst eine Jeans mit ungeheuren Wassermengen beim Baumwollanbau und viel Arbeit intakt herzustellen, um sie dann zu zerstören, antwortet er: "Wenn Sie das so sagen, schäme ich mich." Einer der Jeanshersteller lässt sich schlampig "geflickte" Löcher teuer bezahlen. Abgewetzte Jeans waren einst Zeichen von harter Arbeit, heute sind die sog. Destroyed Denim das Ergebnis einer aufwändigen "Veredelungstechnik" der Klamotten, wobei das geläufige Wort "Klamotten" früher ein abfälliger Begriff für olle Kleider oder wertlosen Hausrat war.

Laut Online-Akademie der Friedrich-Ebert-Stiftung hat eine Jeans bis zum Verkauf mehr als 50.000 km zurückgelegt. 2003 schloss Levi Strauss seine letzten vier Fabriken in Amerika, wodurch knapp 2000 Mitarbeiter ihren Job verloren, und verlagerte die Produktion in Billiglohn-Länder und damit auch die ökologischen und gesundheitlichen Schäden. Der Baumwollanbau verbraucht dort gewaltige Wassermengen, eingesetzte Pestizide gelangen in Böden, Gewässer und in die Luft, die Färbchemie vergiftet über das Abwasser die Flüsse und beim Weben und Nähen verdienen Arbeiterinnen bei monotoner Akkordarbeit nur etwa 1% vom Jeanspreis. Dessen ungeachtet beträgt der jährliche Jeans-Umsatz weltweit an die 50 Milliarden Euro, in Deutschland werden 100 Millionen Jeans pro Jahr gekauft.

Oben auf der Bildtafel ist ein Foto aus dem Magazin *Der Spiegel* vom März 2014 gemalt; unter der Frage "Was war da los, Herr Adapih?" steht seine Antwort: "Gou Adapih, 32, Fabrikarbeiter aus Kurashiki, Japan, über mutwillige Zerstörung: "Ich kriege schlecht Luft unter diesem Tuch, aber wenn ich es nicht hätte, würde ich Sand einatmen. Ich stelle Jeans her, die gebraucht aussehen, in Japans "Jeans-Mekka", wo ungefähr 200 Firmen sitzen, die Jeans produzieren. Bei mir landen die Hosen, nachdem sie durch eine Maschine gelaufen sind, die sie zerknittern. Ich halte für 30 Sekunden einen Strahl mit Sandkörnern auf den Stoff und zerstöre dessen Oberfläche. Danach werden die Jeans mit Steinen in eine Trommel gegeben und geschleudert. Ein Kollege reißt mit einer Schleifmaschine zusätzlich Löcher hinein. Unsere Kunden möchten neue Hosen, die ausssehen wie alte. Ich weiß nicht warum. Ich glaube, sie wären gern wie Cowboys aus Amerika, nur ohne durch die Wüste zu reiten."⁷

Kap. II. MACHTVOLLE EINHÖRNER

Die Digitalisierung in Cloud-Computing, Datenanalyse, Robotik und für das Internet der Dinge verändert Berufe, Verfahren, Produkte und Geschäftsmodelle, daher müssen Angestellte von Firmen und Konzernen "lebenslang lernen", – das Verfallsdatum der Updates von Soft- und Hardware diktiert die IT-Konzerne mit ihren geheimen Quellcodes und Serverfestungen. Einfluss und Macht von Facebook, Google, Amazon, Microsoft und Apple, dessen Hauptquartier hier gemalt ist, nehmen weiter zu, deshalb kritisierte Farhad Manjoo 2017 in der Online-Ausgabe der *New York Times* vehement die "Frightful Five": Sie würden auf der Suche nach dem nächsten milliardenschweren "Einhorn" immer neue Start-ups aufkaufen, Schlüssel-Innovatio-



nen kopieren und jeden fairen Wettbewerb zerstören.⁸ Ihr Überwachungspotential gemahnt an die "Five Eyes", die Allianz der Geheimdienste von Amerika, Kanada, Großbritannien, Australien und Neuseeland nach dem II. Weltkrieg.

"Glauben Sie nicht, dass Sie ein Monopol haben?" fragte Senator Lindsay Graham am 10. April 2018 bei der ersten Anhörung im US-Kongress den Facebook-Chef Mark Zuckerberg; der psychologisch Geschulte erwiderte daraufhin: "Es fühlt sich für mich nicht so an". Bereits Anfang des Jahres hatte Claus Hulverscheidt in der *Süddeutschen Zeitung* angesichts der Marktkonzentration gefordert: "Stoppt die Monopole!" Er kritisierte die schwachen Fusionskontrollen bei Aufkäufen oder feindlichen Übernahmen und die mangelnde Missbrauchsaufsicht. Das grundlegende Dilemma entstehe jedoch durch die User: Je mehr Teilnehmer die "Turnschuh-Rockefeller" an sich binden könnten, desto attraktiver werde ihr "kostenfreier" Service, den die Nutzer mit intimen Daten bezahlten. Skeptiker würden sich fragen, wie die Wettbewerbsbehörden diese Übermacht bekämpfen sollen, wenn die Masse der Kunden das gar nicht will.⁹ Nach dem skandalösen Missbrauch von Facebook-Daten durch Cambridge Analytica hält selbst Apple-Chef Tim Cook eine Gesetzgebung für notwendig. Die *Süddeutsche Zeitung* zitierte ihn in der Ausgabe vom 27.03.2018 (Wirtschaft S. 17): "Dass jemand wissen kann, wo man über Jahre hinweg im Internet gesurft hat, wer die Kontakte und wiederum deren Kontakte sind, was man mag und nicht mag und jedes intime Detail eines Lebens – aus meiner Sicht sollte es das nicht geben." Kritiker fordern, die Konten bei sozialen Netzwerken zu löschen, andere raten zur "Entgiftung", weil die Technologien die Gesellschaft in Geiselhaft genommen hätten, so dass die mentale Gesundheit und die sozialen Beziehungen erodieren würden. 2013 gründeten ehemalige Topmanager von IT-Konzernen zusammen mit Philosophen, Soziologen und weiteren Managern das "Center for Humane Technology", 2016 legten namhafte Bürger eine "Charta der digitalen Grundrechte der Europäischen Union" vor.

Circle, Panoptikum oder Bullshit

Das ringförmige Gebilde oben links ist nach einer Luftaufnahme der Apple-Zentrale im kalifornischen Cupertino gemalt. Victoria Woollaston beschrieb die Besonderheiten des Campus 2 am 13.07.2015 in *MailOnline*: Das Hauptquartier für mindestens 5 Milliarden Dollar wurde nach den Plänen des britischen Architekten Norman Foster ökologisch konzipiert, mit Grünflächen, Wellnessareal, unterirdischen Parkplätzen, mehr als 1.000 Fahrrädern und einem "Steve Jobs Theater"; es sollte für etwa 12.000 Mitarbeiter der großartigste Arbeitsplatz der Welt werden. Das sahen eine Reihe Mitarbeiter ganz anders: "Der Firmen-Blogger John Gruber berichtet, dass sogar Apples Vizepräsident Johnny Srouji auf die neuen Büros, die der Open-Space-Idee folgen, also keine Einzelbüros (Konzentration), eher Großraumbüros (Kommunikation) sind, mit aller Drastik reagiert haben soll. "Fuck that, fuck you, fuck this", soll er laut *Silicon Valley Business Journal* gesagt haben. Auch das Technologiema­gazin *Wired* kolportiert: "Apples Mitarbeiter hassen ihren neuen Luxusbau". – Für den Chef der Halbleiter-Entwicklungssparte Srouji und sein Team wurde angeblich statt des "bullshit" ein Nebengebäude ohne Open-Space errichtet. Wie üblich hatten hochrangige Manager des Konzerns von Anfang an separate Büros in der vierten Etage.¹⁰

Vielleicht erinnerte die kreisförmige Anlage die erbosten Mitarbeiter an das "Panopticon" von Jeremy Bentham, in dem einer alle im Blick hat – wie Apple seine User – oder sie kamen zu der Überzeugung: Hier überwacht jeder jeden. Benthams Architekturkonzept wurde später Vorbild für das Staatsgefängnis in Stateville, Illinois, aber er dachte auch an Schulen, Krankenhäuser, Handwerksbetriebe und Fabriken. Im ersten Brief zu diesem Konzept von 1787 schrieb Bentham: "Es ist offensichtlich, dass das Ziel X eines Unternehmens entsprechend vollkommener erreicht wird, wenn die zu beaufsichtigenden Personen permanent unter den Blicken derjenigen Personen stehen, die sie beaufsichtigen sollen."¹¹ Man sollte meinen, der Architekt Foster kenne Benthams Konzept und vergleichbare Herrschaftsarchitekturen.

Dass Steve Jobs die neue Konzernzentrale Campus 2 bei seinem letzten öffentlichen Auftritt 2011 vorstellte, ist ein Vermächtnis. Den "Apple Park" nennen einige "Ufo" oder "Raumschiff", Kritiker verweisen auf das ähnliche Gebäude des englischen Geheimdienstes GCHQ in Cheltenham oder sie denken an "The Circle", das 2013 erschienene Buch von Dave Eggers. Im Zentrum der Macht steht in dieser Dystopie das Internet-Unternehmen *Circle* – gleichsam die konzentrierte Macht von Apple, Google, Facebook, Twitter und Amazon zusammen. Eggers schildert die Tyrannei der Transparenz in einer digitalen Zukunft.

Mehr Mut zum totalen Blackout!

Auf dem kleinen Bild links auf der Bildtafel ist ein Mann mit rollendem Tablet im DatacenterDynamics unterwegs. Meist stehen in menschenleeren Serverfarmen nur lange Fluchten grauer Kuben in kalkweißem oder blau-violetttem Licht, aber sie enthalten Milliarden ungreifbarer Daten aus der Wirtschafts- und Finanzwelt sowie privater Kommunikation. In Deutschlands größtem Cloud-Rechenzentrum arbeiten 30.000 Server, das weltweit größte Rechenzentrum von China Telekom hat 1,2 Millionen Server. Die Serverfarmen verkaufen externe Speicherplätze, Rechnerkapazitäten, Datenanalysen, Clouddienste und andere Computer-Dienstleistungen, aber viele Firmen bevorzugen für das *Internet of Things (IoT)* sicherheitshalber eine Private Cloud oder eigene Server auf dem Firmengelände.

Rechenzentren sind Hochsicherheitstrakte mit strengen Zugangskontrollen und Notstrom-Aggregaten für Stromausfälle, allerdings können die Generatoren in einem Domino-Effekt nacheinander ausfallen, wie jüngst im Frankfurter Rechenzen-



trum DE-CIX geschehen; dennoch glaubt der dortige CIO Thomas Kling, das Internet überstehe auch einen Atomschlag. Bei Cyberattacken sollen Firewalls das "High-Tech Fort Knox" schützen, wie Telekom-Chef Höttges das Cloud-Zentrum in Biele bei Magdeburg kriegerisch nannte. Das ist eine Illusion in Theorie und Praxis, denn immer mehr Hardware-Bugs stellen sich als Einfallstore für Profi-Hacker heraus, dann wird das Fort Knox zum "open office". Eine kritische Diskussion, wo Vernetzung überhaupt sinnvoll ist, wie Sicherheitsberater Sandro Gaycken sie fordert, findet nicht statt; die Risiken quantifizieren, das wolle keiner, es gebe massive Gegenwehr aus der Industrie, teilweise auch aus der Politik.¹²

In den Hochreinhäusern der Server-"Farmen" ist jedes Staubteilchen ein Feind der Datenspeicher und Rechner, darum kümmern sich Spezialfirmen. Aber vor kosmischen Teilchen sind weder Serverfarmen, elektronische Systeme noch Satelliten sicher, wenn energiereiche sekundäre Teilchen der kosmischen Strahlung eine Ladungsdrift bei einem oder mehreren Bits erzeugen; zum ersten Mal traten diese kurzzeitigen *Soft-Errors* 1978 auf. Sie können digitale und analoge Schaltungen, Übertragungs-Leitungen oder magnetische Speicher treffen, schlimmstenfalls bringen sie in einer System-Farm hunderte Computer gleichzeitig zum Absturz. Besonders gefährdet sind Controller in industriellen Steuerungen, militärische Geräte, Netzwerksysteme, medizinische Geräte wie Implantate, Aufzug- und Kfz-Motorsteuerungen sowie Handgeräte und Consumer-Elektronik. Katastrophal sind *Soft-Errors* in Hochsicherheitssystemen oder wenn sie zum Zusammenbruch der gesamten Kommunikation führen.¹³

Global verheerend wären die Folgen eines gewaltigen koronaren Massenauswurfs der Sonne, wenn die Plasmafront eines Sonnensturms mit sieben Millionen km/h auf das Magnetfeld der Erde trifft. Wie Hilmar Schmudt im *Spiegel*-Artikel "Perfekter Sturm im All" (9-2018) erläuterte, würde ein Magnetsturm der Kategorie S4 die Übertragungs- und Verteilernetze lahmlegen, die Kategorie S5 könnte Satelliten zerstören und die gesamte Infrastruktur unserer immer verletzlicher werdenden Hightech-Gesellschaft lahmlegen bis hin zum Supergau in Kernkraftwerken.

Hoogendorns low-tech solution for a high-tech problem

Die Bauphasen der Apple-Zentrale wurden mittels Helikopter dokumentiert und überwacht, an seiner Stelle ist auf der Bildtafel



eine Drohne in den Fängen von "Hunter" gemalt. Blitzschnell stößt das junge Seeadlerweibchen mit den Füßen zwischen die Rotoren, packt die Phantom DJI und holt sie vom Himmel; die Füße mit den beschuppten Krallen bleiben unverletzt. Der niederländische Sicherheitsfachmann Sjoerd Hoogendorn sah auf Youtube, wie ein Greifvogel eine in sein Revier eingedrungene Drohne fing, und gründete daraufhin mit einem Falkner die Firma "Guard from above". In einer Halle in Den Haag trainieren sie die "Abfangjäger" zur Unterstützung von Polizisten und zum Schutz von kritischen Infrastrukturen oder Großereignissen.¹⁴ Die japanische Polizei lässt Drohnen mit Netzen auf Drohnenfang gehen und der Airbus-Konzern forscht an Störsendern.

Denn 2014 flogen wochenlang an die 30 unbemannte Drohnen nachts über französischen Atomkraftwerken herum, Störsender konnten sie nicht stoppen; im selben Jahr landete bei einer Veranstaltung in Dresden ein Quadrocopter direkt vor Kanzlerin Merkel und 2015 wurden Drohnen am Weißen Haus entdeckt. Die Fluggeräte verursachen einen Totalschaden, falls sie von den Triebwerken eines Flugzeugs eingesaugt würden; immer mehr Piloten melden Beinahekollisionen.

Drohnen sind eine typische "Dual Use"-Innovation, denn im erlaubten Luftkorridor und im Rahmen der Gesetze leisten Drohnen große Dienste bei fotografischen Dokumentationen, archäologischen oder geologischen Studien und helfen in Land- und Forstwirtschaft.

Zum profitablen Geschäft könnten Zubringerdienste werden: "Amazon liefert erste Bestellung per Drohne in Großbritannien aus", berichtete *heise.de* am 15.12.2016. In Cambridge erhielt ein Mann per Multicopter in 13 Minuten ein Päckchen mit Fire-TV-Video-streaming-Stick und Popcorn. Patrick Illinger beschrieb Anfang des Jahres in der *Süddeutschen Zeitung*, wie der reichste Mann der Welt, der Amazon-Gründer Jeff Bezos, die Päckchen nach dem schnellen Klick beim eCommerce in Zukunft liefern will: "Wo heute die Kleinlaster von Paketzulieferern die Wege versperren, werden nach den Plänen von Amazon künftig Drohnen über die Häuser fliegen. Das soll das viel zitierte Problem der "letzten Meile" lösen, also des logistisch aufwendigsten Schrittes jeder Lieferkette: der Weg vom letzten Verteilzentrum zum Endkunden. Wünsche sollten möglichst sofort erfüllbar sein, so lehrt es die Verhaltensökonomie. Wer nicht gleich bekommt, verliert die Lust am Kauf. Neuerdings hält Ama-

zon sogar ein Patent zum Thema "vorausschauendes Liefern": Waren sollen auf den Weg gebracht werden, noch bevor der Kunde auf "Kaufen" gedrückt hat. Aus Suchanfragen ermitteln Algorithmen, was Menschen demnächst kaufen wollen."¹⁵

Kap. III MARSHMALLOWS IM WARENKORB

Die Kaufsucht ist offensichtlich zum Problem geworden, der Internet-Umsatz belief sich 2017 auf 58,5 Milliarden. Beim Marshmallow-Test des Psychologen Walter Mischel hätten die Käufer von Wecker Clocky, Mother und dem Schnüffelhündchen schlecht abgeschnitten, denn im Test von 1968 ging es darum, dass anscheinend unbeobachtete Kleinkinder ihre Gier auf Marshmallows bändigten zugunsten einer Belohnung am Ende der Wartezeit. Wer bei den kindlichen Gadgets wie den hier gemalten unbedacht zugreift, fällt noch als Erwachsener auf ihr niedliches Spielzeugdesign herein – inklusive Wächter- und Kontrollfunktion.

Seit das Karussell der Innovationszyklen sich immer schneller dreht, ist das Leben von Alltagsgegenständen noch kürzer und wertloser geworden und ohne Aussicht auf Vererbung. Zur Erhöhung der Gewinnmargen wird jeder Gegenstand des täglichen Gebrauchs "aufgewertet" durch Digitalisierung und Vernetzung, aber durch die "Smartifizierung" ändert sich sein Charakter: Smarte Assistenten sind kein Besitz, sie sind Teile von kafkaesken Systemen, die man weder durchschauen noch beeinflussen kann. Entwertung und Aufwertung sind die zwei Janusgesichter der smarten Objekte der Begierde. Je "menschlicher" Geräte oder Haushaltsroboter antworten, Anteilnahme und Vorsorge vorgeben, desto intimer kommuniziert Pygmalion mit Eliza und Alexa, aber auf den Chips ist die implementierte Software eines IT-Konzerns, die menschliche Gefühle simuliert, analysiert, manipuliert und verwertet.

Das Smartphone ist für viele zu einem Körperteil geworden. Der ständige Begleiter verleitet zur Beschränkung menschlicher Beziehungen auf Online-Kontakte und zur Auslagerung des Gedächtnisses ins Internet. Die mentalen und psychischen Wirkungen sind in den physiologischen Strukturen und der Chemie des Gehirns nachweisbar. In einer Dekade haben Smartphones und Social Media bei Milliarden Menschen ein reflexhaftes Nutzungsverhalten erzeugt, sie haben sich "neu formatieren" lassen in Wissenserwerb, Kommunikation, Freundschafts- und Liebesbeziehungen, selbst in ihrem alltäglichen Sozialverhalten: Popstars spielen vor einem Meer hochgehaltener Handys, Mütter geben telefonierend ihre Kinder in der Kita ab und Kunden bezahlen mit abwesendem Blick, das Handy ans Ohr geklemmt, ohne die Kassiererin eines Blickes zu würdigen.

Kontrolle macht Spaß

Eine Flut smarterer Gadgets drängt auf den Markt, die den kindlichen, bisweilen kindischen Spieltrieb von Erwachsenen adressieren und zu Gewinn machen. Auf der rechten Wange des Kopfes ist der Wecker "Clocky" mit großen Rädern und einem Comic-Gesicht gemalt. Er lockt den Schlafenden mit einem Trick aus dem Bett: Beim Alarm plumpst er vom Nachttisch, rollt weg und sucht sich ein Versteck; der Besitzer muss aufstehen, um den Weckton zu stoppen. Die Erfinderin Gauri Nanda bekam für den spaßigen Wecker von der Harvard University in Cambridge sogar den satirischen Ig-Nobelpreis.¹⁶ Wenn über kurz oder lang der Spaß für den Besitzer aufhört oder die strapazierten Plastikräder brechen, landet Clocky im Plastik- bzw. Elektronikmüll und wird bestenfalls recycelt.

So niedlich designt wie der japanische Roboterhund "Aibo" ist links neben der Nase sein Kollege "Hana-chan" von der kommerziellen Abteilung Next Technology des National Institute of



Technology am Kitakyushu College. Das Knuddeltier beschnüffelt bei Rückkehr von Herrchen/Frauchen mit seinen Geruchssensoren in der Nase sogleich die Socken. Ist alles in Ordnung, wedelt das Roboterplüschtier, bei Bedenken wird gebellt und Duft versprüht, schlimmstenfalls fällt das Schnüffeltier in Ohnmacht. Kosten der Sockenkontrolle: ca. 1.000 Euro. Auslöser dieser Erfindung war die Anfrage eines Japaners, der wissen wollte, wie sehr seine Füße stinken, sich aber laut Bericht von *computerbild.de* nicht traute, jemanden zu fragen. Offenbar konnte sich der Mann auf seine eigenen Sinne nicht verlassen.¹⁷

Roboter mit Empathiemodul

Die weiße Roboterhand auf der Wange des Fayencekopfes wischt mit ihrem Schwamm ursprünglich Kacheln – vielleicht sitzt man/frau derweil gemütlich in der Sofalandschaft und wischt auf dem I-Phone herum. Mit diesem Bild war der Artikel "Gegen die Angst, abgehängt zu werden" von Tobias Peter im *Kölner Stadt-Anzeiger* vom 24.08.2017 illustriert; die Bildlegende fragte: "Reinigt demnächst der Roboter das Bad?" Im Internet kann man den vermenschlichten "Home Robot" mit geschmeidigem Körper und lebendigen Augen beim hingebungsvollen Blumengießen wiederfinden. Andere Roboter unterhalten ein Kind vor dem Schlafen, hängen Wäsche auf, wechseln die Birne, machen den Abwasch, die meisten saugen Staub. Arbeit *abnehmen* bedeutet auch Arbeit *wegnehmen*: Welche Wertschätzung bekommen Gegenstände, wenn man sie nicht selber nutzt und putzt?

Nach einem Link sieht man denselben weißen Roboter über Akten grübeln, mit einer Schönheit Schach spielen, tanzen oder fingerhakeln, und die Schöne repariert ihn auch am Rücken. Ein weiterer Link führt zum amerikanischen Digitalkünstler Franz Steiner: Auf der Homepage seines Schöpfers entpuppt sich der Kachel-wischende Roboter als Traumpartner einer Single-Frau bei Flirt und Kuschelsex.

In nicht allzu ferner Zukunft könnten Haushaltsroboter den Reichen in ihren Hightech-Küchen die Arbeit abnehmen. Die passenden Kochlabore bestehen im oberen Preissegment aus schwarzen oder graphitfarbenen Kuben, – so abstrakt wie Schränke in Serverfarmen; sie verbergen alle funktionellen Elemente, da die Designer Knöpfe oder Griffleisten vermeiden. In Werbeprospekten steht in den eleganten Lifestyle-Küchen schon mal ein Mann herum und irgendwo sind ein paar Lebensmittel dekoriert. Gekocht wird wahrscheinlich nach einem Rezept aus dem vernetzten Herd und gegessen auf schicken



Barhockern am Küchenblock, denn einen Esstisch gibt es nicht mehr. Man stelle sich vor, in so eine aseptische Küche käme aus dem Waldkindergarten leibhaftig das kleine Mädchen von der Bildtafel, mit gesammelten Tannenzapfen im Arm und Tannennadeln in den umgekrempten Jeans, und hinterdrein das Geschwister mit vermatschten Händen wie die auf dem Kopfreif gemalten!

Niedliche Spione

Die birnenförmige Figur auf der linken Wange ist eine kleine digitalisierte "Mother", Rafi Haladjian vom französischen Unternehmen Sense hat sie im bewährten Kindchen-Schema designt. Die Übermutter soll helfen, "den Alltag unter Kontrolle zu halten", aber ihre Niedlichkeit verharmlost die Überwachung der User. Nach der Installierung und Vernetzung des Systems werden die (nicht dargestellten) Cookies – kleine Sensorelemente mit Batteriebetrieb – an ausgewählten Gegenständen fixiert. Bei der Registrierung bekommen sie per App Funktionen wie Kontrollieren, Erinnern, Benachrichtigen oder Warnen zugeordnet. Per Funk fragt die niedliche "Mutter aller Datenerfassungen" bei der Basisstation ihre Cookie-Familie ab und kann dem User die Ergebnisse mailen oder simsens. Die Cookies sammeln wunschgemäß Daten zur Raumtemperatur, zum Kaffee- oder Wasserkonsum, registrieren Schlafqualität oder Bewegungsaktivitäten und gemahnen an die Einnahme von Medikamenten; auf Zahnbürsten kontrollieren sie, wer wie oft und wie lange die Zähne putzt, so dass man ein Ranking in der Familie machen kann. Der Blogger Hans schlägt im *technikblog.ch* Cookies an den Türen vor: "Ich kann nun einen Alarm per App ausgeben, wenn eine dieser Türen geöffnet wird, wenn ich nicht zu Hause bin. Dazu kann ich allen Personen im Haushalt einen Cookie zuweisen, den sie auf sich tragen. Zum Beispiel am Schlüsselbund!"¹⁸

Vollends transparent soll das eigene Heim durch die geplanten "Smart Meter" – Stromzähler werden, aber ganz unauffällig zog die Datensammelei schon mit der schlichten Nest-Basisstation ein, die auf der Stirn gemalt ist: "Wir sehen, wenn Leuten ihr Toast verbrennt", sagt Firmengründer Tony Fadell, und das in mehr als 40 Ländern.¹⁹ 2014 kaufte Google für 2,3 Milliarden die Thermostat- und Rauchmelderfirma Nest zur Ausweitung der Geschäftsfelder auf das Internet of Things. Bisher bietet Nest-Deutschland mit e.on digitale Sicherheitssysteme an: Überwachungs-Kameras im Haus, die bei Bedarf ranzoomen, oder eine Videotürklingel mit Nachtsichtmodus und Livestreaming rund um die Uhr, wenn man nicht zuhause ist. Beide Kameras arbeiten mit Gesichtserkennung, mit extra Abo werden Besucher auch identifiziert. Da bei allen smarten Geräten eine effektive Sicherheitssoftware gegen Cyberattacken fehlt, steht die Haustür für Hacker immer offen.

Das Gehirn in der Tasche

Auf dem Kopfreif ist rechts das weltweit erfolgreichste und folgenreichste Gadget gemalt – das Smartphone. Thomas Tuma reflektierte 2012 im *Spiegel*-Essay "iPhone, also bin ich" sein geliebtes und gehasstes Applegerät, das Freiheit und totale Kontrolle, Bedrohung und Erlösung bedeutet: "Ich verstehe den Quellcode des Fortschritts nicht mehr". Dazu gehören auch die unzähligen Apps, die Probleme lösen, die er vorher nicht hatte. Tuma ist hingerissen von der beschämend omnipotenten Multifunktionalität des Gerätes, das ihm die Welt öffnet, ihn aber zugleich vor der Welt entblößt. Freimütig bekennt er, "ein ordentlich funktionierender Handlanger der Konzerne" geworden zu sein, der sich selbst versklavt hat. "Wir sind alle Kinder, die gar nicht verstehen, was in diesen kleinen Kistchen abläuft. Wollen wir auch nicht. Wir genießen den Luxus der Unmündigkeit, die die schöne neue Welt so überschaubar macht". Als sich das iPhone nach einem eigenmächtigen Update und drei falschen Pin-Ein-

gaben verweigerte, fühlte sich der Autor ohnmächtig abgenabelt von der Welt.²⁰

38% der Deutschen kann sich nach einer Bitcom-Umfrage kein Leben mehr ohne Soziale Medien vorstellen. In der Zeitschrift *The Atlantic* charakterisierte der Psychologe Jean M. Twenge 2017 im Beitrag "Have Smartphones Destroyed a Generation?" Amerikas "super-connected" Jugend als *iGen*: die Teenies seien weniger rebellisch, dafür toleranter, aber sie liebten ihre Smartphones mehr als Unternehmungen mit Freunden "in real life", sie neigten zu Depressionen und seien beim Gefühl des Ausschlossenseins stärker selbstmordgefährdet; insgesamt seien sie nicht auf das Erwachsensein vorbereitet. Das Ergebnis einer Befragung seiner Studenten ergab: Sie gingen fast alle mit Smartphone ins Bett.²¹

Kontrovers kommentiert wurde 2011 ein Report von Betsy Sparrow in *Scienceexpress* über die kognitiven Konsequenzen des "Google-Effekts": Verschiedenartige Gedächtnistests mit Probanden am PC ergaben, dass sie besser memorierten, wenn die Informationen gemäß Ankündigung sofort gelöscht wurden, sie erinnerten weniger Informationen, wenn sie abrufbar blieben. Offenbar merkte sich der Neocortex strategisch, wo die Informationen zu finden waren, aber nicht ihren *Inhalt*. Das Gedächtnis war nicht im Kopf, sondern ausgelagert im Internet.²²

Unsere mentale und psychische Kapazität zur visuellen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, die sich beim frühen Menschen ausgebildet hat, wird heute von einer Flut an Informationen mit rasanten Filmschnitten, aufpoppender Werbung und superschnellen Games überfordert. Professionelle Gamer hingegen trainieren ihre Gehirne, damit sich die Reaktionsschnelligkeit erhöht. Sie aktivieren wohl jene auf schnelle Bildfolgen spezialisierten Neuronen, die ich **RIN** nenne: *Rapid Images Neurons*. Intensivierte Aktivitäten beeinflussen die funktionelle und strukturelle *Plastizität* der Neurone genauso wie unterlassene Aktivitäten: Signalübertragung wird verstärkt, Axone und Dendritenbäumchen verdichten sich, Synapsen werden auf-, ab- oder umgebaut und einige Nervenzelltypen können neu entstehen. Diese Plastizität des Gehirns konnten Anne-Dominique Gindrat und ihr Team an der Freiburger Universität nachweisen; sie berichteten im Report vom 23.12.2014 in *Current Biology*, dass im EEG bei ständig auf dem iPhone wischenden und simsenden Fingern die Neuronen-Aktivität in den entsprechenden Gehirnanrealen erhöht war – vermutlich wie bei *click workern*, die mit der Maus permanent in der Cloud arbeiten.

Kap. IV DO-IT-YOURSELF-EVOLUTION

Mit künstlicher Intelligenz wäre der homo faber sicher nicht entstanden, aber wie sich das menschliche Gehirn entwickelt hat, kann uns die Evolutionsgeschichte lehren. Eine völlig verquere Schlussfolgerung zieht eine Anzeigenkampagne, in der ein Mittelständler mit Aktentasche vor einem Dinosaurier-Skelett verkündet: "Evolution lässt sich nicht aufhalten. Deswegen mache ich mein Unternehmen fit für das digitale Zeitalter." Die Hypovereinsbank unterstellt den menschengemachten Inno-

vationen eine Naturgesetzlichkeit, die sie nicht haben. Denn Evolution ist eine Folge staunenswerter Erfindungen der Pflanzen, Tiere und Vorfahren des Homo, die ihre Körper und Gehirne je nach Bedürfnissen und förderlichen oder begrenzenden Lebensbedingungen epigenetisch angepasst haben. Einige Spezialisten aus dem Tierreich sind hier gemalt: Grabwespen entwickelten einen Legebohrer, der Sternmull jagd mit einer superschnellen Tastnase, das Fingertier heizt einen Finger auf und Weberameisen lassen ihre Nester vom Nachwuchs weben, während Krähen und Affen mit Holz und Stein unter die Werkzeug-Erfinder gingen.

Im Unterschied zu den Primaten-Werkzeugen wurden die Steinwerkzeuge von den Vormenschen für viele Zwecke verwendet. Vor ca. 3,3 Millionen Jahren waren sie zu Erfindern geworden durch eine Umbildung des Scheitellappens, der zusammen mit dem Kleinhirn die räumliche Orientierung, Steuerung der Aufmerksamkeit und den Werkzeuggebrauch verarbeitet. Die wechselseitige Beeinflussung von manuellem Tun und Gehirntätigkeit führte zu einer besseren Auge-Hand-Koordination. Die Herstellung und der Gebrauch der dargestellten Nähnadeln aus Knochen erforderte schon vor 30.000 Jahren einige feinmotorische Fähigkeiten.

Werkzeuge am Leib

Unter der Jeans-Werkstatt sieht man den martialisch wirkenden "Holzbohrer" vom Hinterleib einer Riesenholzwespe. Er wurde nach einer Raster-Elektronenaufnahme im "Großen Buch der Bionik" von Nachtigall und Blüchel aus dem Jahr 2000 gemalt, in dem menschliche Artefakte mit Werkzeugen von anderen Lebewesen korreliert werden: "Die Riesenholzwespe bohrt sich zur Eiablage mit einem stecknadeldünnen, dreiteiligen Legebohrer 1 bis 1,5 cm tief ins Holz ein. Analoge technische Bohrwerkzeuge für den Heimwerker sind als Bohrraspeln bekannt." Die Holzwespe legt mit ihrem Bohrer hunderte Eier unter der Rinde von Nadelbäumen ab, zugleich überträgt sie mit dem abgesonderten Schleim aus ihren Mycetangien-Organen die Sporen des Tannen-Schichtpilzes, der den Larven bei der Zellulose-Verdauung hilft. Die Larven fressen bis zu 40 cm lange Gänge durch das Holz. Man fragt sich, warum sie nachträglich mit dem Hinterleibsdorn so geschickt Sägemehl in die Gänge stopfen, dass sie bei der Holzverarbeitung nicht entdeckt werden. So schlüpft nach der Verpuppung manchmal eine Imago aus dem fertigen Möbel.²³

Der Biologe Raoul H. Francé, der enzyklopädisch über Pflanzen und Tiere schrieb, führte anhand von Beispielen schon 1930 die Natur als technische Lehrmeisterin vor Augen und fragte: "Hat nur der Mensch technische Leistungen und Erfindungen oder erkennt man solche auch schon auf den vormenschlichen Lebensstufen? Man hat lange Jahre hindurch diese Frage in dem Sinne beantwortet, nur der Mensch sei zu Erfindungen befähigt. Darauf beruhe eben das eigentlich Menschliche, nämlich seine Zivilisation. Aber man hat in diesem Punkt umlernen müssen." (S.9)²⁴ Francé forderte damals vehement, das Technikstudium an den Hochschulen durch "Biotechnik" zu ergänzen. In seiner Nach-





folge initiierte Werner Nachtigall 1990 das Studienprogramm "Technische Biologie und Bionik" an der Universität des Saarlandes, wo er lehrte, und gründete eine Gesellschaft gleichen Namens.

Nur ein warmer Finger

Die Hand mit den disproportionalen Fingern rechts vom Sternmull gehört einem der Fingertiere in den Wäldern von Madagaskar, die ob ihrer nachts reflektierenden Augen gefürchtet und mancherorts als böses Omen getötet werden; tagsüber schlafen sie in einem ihrer selbst gemachten Nester im dichten Blätterwerk der Bäume. Wenn die *daubentonia madagascariensis* vierbeinig gehen, treten sie mit den Handballen auf, um ihre extrem langen, krallenbewehrten Finger und Zehen zu schützen. Im Gegensatz zur Großzehe ist der flexible Daumen zwar nicht opponierbar, aber der kleine Lemur kann mit den Händen an Stämmen nach unten klettern oder sich mit einer Hand an Ästen halten. Die Fingertiere fressen neben Früchten, Nüssen, Nektar und Pilzen auch gerne Insekten und deren Larven, speziell die der Bockkäfer. Für die Beschaffung der Nahrung sind die riesigen Ohren und der extrem dünne Mittelfinger optimal. Geht der nachtaktive Aye-Aye auf Jagd, klopft er wie ein Specht auf Baumrinden, um die hohlen Verstecke von Larven und Maden aufzuspüren, dann horcht er: Ist die Resonanz Erfolg versprechend, bricht er mit seinen messerscharfen Zähnen das Holz auf und fingert solange mit dem dünnen Mittelfinger nach der Beute, bis er sie mit der Kralle zu fassen kriegt und herausangeln kann.²⁵ Dieser Finger sitzt auf einem Kugelgelenk, so dass er allseits drehbar ist. Wärmebildaufnahmen von Gillian Moritz und seinem Team vom Darmouth College in Hanover bewiesen, dass der Lemur seinen Mittelfinger bis zu 6 Grad aufheizt, wozu *n-tv online* berichtete: "Sie vermuten eine besondere Blutversorgung des Fingers. In der Biochemie gibt es eine Faustregel, nach der eine Temperaturerhöhung von rund zehn Grad Celsius die Geschwindigkeit einer biochemischen Reaktion verdoppelt. Das Aufheizen des Fingers könnte daher die Empfindlichkeit der Sensoren steigern."²⁶

Die Adaption ihrer Sinne und Jagdwerkzeuge ist einzigartig im Tierreich, aber die Aye-Aye sind auch ein Beispiel für *Konvergenz* in der Evolution. Die scharfen Schneidezähne mit offenen Wurzeln wachsen wie bei den Bibern zeitlebens nach, denn bei Abstumpfung könnten die Tiere nicht mehr effektiv nagen. Dass für ein bestimmtes Problem von verschiedenen Tierarten die gleiche passende Lösung gefunden wurde, wirkt nicht zufällig, es mutet an wie eine "Bisoziation" genetischer Agenten nach dem "Schlüssel-Loch-Prinzip".

Sensible Hochgeschwindigkeitsnase

Der Sternmull auf dem Kopfreif ist nach einem Foto des Neurowissenschaftlers Kenneth Catania von der Vanderbilt University in Nashville (Tennessee) gemalt, der mit Fiona Remple die *condylura cristatata* aus der Familie der Maulwürfe studierte. Die im Fell verborgenen kleinen Augen und Ohren sind für die Jagd kaum geeignet, dafür tasten die Sternmulle virtuos in der Erde und riechen unter Wasser. Mit einer Hochgeschwindigkeits-

mera entdeckten die Forscher, wie die 22 sternförmig angelegten Tastzipfel der Nase bis zu 13 Beutetiere pro Sekunde untersuchen. Mit jeder Berührung senden die 100.000 Nervenzellen der taktilen Rezeptoren Informationen zur Identifizierung ins Gehirn. Hat der Sternmull die Beute mit seinen pinzettenartigen Schneidezähnen gepackt, wird sie in atemberaubender Geschwindigkeit verschlungen. Unterirdisch und oberirdisch ist das kaum 20 cm große Tier rastlos mit seiner Tastnase unterwegs, denn es braucht viele der kleinen, wenig nahrhaften Tiere. Als wendiger Schwimmer jagt er Krebstiere, kleine Fische und frisst aquatische Insektenlarven aller Art.²⁷ Unter Wasser ortet er Tiere mit einer Technik, die man nur bei der amerikanischen Sumpfspitzmaus wiederfindet: Die Nase stößt 8-12 Mal pro Sekunde Luftbläschen mit weniger als 0,1 Milliliter Volumen aus und saugt sie direkt wieder ein; die Duftmoleküle darin signalisieren den Riechepithelen der Nasenschleimhaut mögliche Beutetiere.²⁸ – Passend zu diesen Luftbläschen sind beim Glasurbrand um die Nase und Vorderfüße des Sternmulls ungewollt kleine Buckel durch "Ausgasen" der Fayence-Glasur entstanden. Zum Wohnungsbau benutzt der Sternmull seine kräftigen Vorderfüße mit den schneeweißen Krallen; damit gräbt er etwa einen halben Meter tief in der feuchten Erde ein Netzwerk von insgesamt bis zu 250 Metern langen Gängen. Die Erde wird belüftet, aber zugleich entstehen die ungeliebten Maulwurfshügel. In Zentrum des Gangsystems ist ein mit weichen Pflanzenteilen gepolstertes Nest. Ist das Weibchen geschlechtsreif, kommen nach 45 Tagen einmal im Jahr 2 bis 7 Jungtiere zur Welt, die 4 Wochen gesäugt werden, danach sind die Jungen selbständig.

Kindesmissbrauch für die Kolonie

Die zwei Weberameisen unterhalb der Jeans-Werkstatt weben mit ihrem Nachwuchs ein Nest aus Blättern und Seide. Die afrikanischen *oecophylla longinoda* und die in Südostasien und Australien beheimateten *oecophylla smaragdina* bilden oft mehrere Hundert solcher Freinester auf großen Bäumen für eine Kolonie mit bis zu 500.000 Tieren. Zum Verbinden von Blättern zieht eine Arbeiterin zwei Blätter zusammen, andere halten dann die Blätter wie lebende Klammern in Position; währenddessen tragen Arbeiterinnen zwischen ihren Mandibeln jüngere Larven des dritten Larvenstadiums herbei. Sie stellen sich über die Blattränder und beklopfen die reglose Larve mit den Fühlern, damit sie aus ihren Drüsen ein Seidensekret absondert, das die Blätter verklebt. Bei entfernten Blättern bilden viele Ameisen einen Turm und ziehen das Blatt durch Rückbau des Turmes



heran.²⁹ Rechts auf dem Bild sieht man, wie die Weberameise eine Lücke schließt, indem sie die Larve wie ein Weberschiffchen über dem Blätterspalt hin- und herführt und mit dem Seidenfaden ein Gespinst aus Kettfäden webt. Die Larven spinnen keine Kokons zum Verpuppen mehr, sie dienen quasi als lebende Klebetube und Weberschiffchen der Kolonie.

Tara D. Sutherland und ihr Team vom CSIRI Entomology in Canberra, Australien, haben die Seidenfäden der *oecophylla smaragdina* genetisch verglichen mit denen der Bulldogameisen und Hummeln. Zwischen der Bienen- und Ameisenseide gibt es zwar in den DNA-Sequenzen große Unterschiede, aber alle Proteinstränge sind "coiled coils", d. h. sie sind schraubenförmig umeinander verdreht, was die Stabilität erhöht. Alle bestehen aus denselben 4 Fibroinen in etwa gleichen Anteilen, die molekular ein Siebeneck bilden. Dass diese schätzungsweise 155 Myriaden Jahre genetisch bewahrt wurden, seit sich die Linien der Tiere trennten, belegt die spezifischen Funktionen der Fibroine. Die Autoren der Studie glauben, dass der starke, spiralig gewickelte Seidenfaden die Kolonien-bildenden Weberameisen evolutionär erfolgreich machte.³⁰

Vielleicht war die Zweckentfremdung der Larven für den Nestbau entscheidend: Die ersten Weberameisen, die mit den Larven Blätter verwebten, haben eine geniale Erfindung gemacht.

Der Trick der smarten Betty

Links von dem Mädchen sitzt Krähe Betty, die durch ihren Werkzeuggebrauch berühmter wurde als ihre Verwandten in Neukaledonien; die *corvus moneduloides* sind trotz ihres ganz anders strukturierten Vogelhirns genauso klug wie Affen. Um eine Larve aus morschem Holz oder einem bemoosten Stamm herauszuholen, entfernen sie von einem geeigneten Zweig die Blätter und Ästchen oder verbiegen ihn; dann stochern sie mit dem "Fleischspieß" die Larve heraus. Das Stöckchen wird wieder verwendet oder sie stellen ein neues her. Die Jungtiere der Geradschnabelkrähen und Hawaikrähen machen es genauso, ohne einen älteren Vogel beobachtet zu haben; offensichtlich gehört diese Praxis zum natürlichen Verhaltensrepertoire.

Betty und ihr Partner Abel wuchsen bei einem Forscher auf, der sie in der hier gemalten Versuchsanordnung auf die Probe stellte. Um an das kleine Eimerchen mit dem begehrten Schweineherz in einem Glaszylinder zu gelangen, bekamen die Krähen einen geraden Draht und einen mit Haken dargeboten. "Abel holte sich sogleich den Haken und angelte sich das Schälchen mit Fleisch. Er hielt offenbar nichts davon, seiner Partnerin den Vortritt zu lassen. Doch Betty hatte das nicht nötig. Sie nahm das gerade Drahtstückchen, bog sich ein Ende als Haken zurecht und holte sich ihr Fleischschälchen mit dem gleichermaßen funktionierenden Gerät."³¹ Bettys gezielte Aktion lässt auf ein Grundverständnis physikalischer Prinzipien schließen. "Sequenzielle Intelligenz" nennt Onur Güntürkün, Leiter der Biopsychologie am Institut für Neurowissenschaften an der Bochumer Universität, eine sukzessive Problemlösung durch verständige, planvolle Schritte. In *SWR2 Aula* am 07.08.2016 berichtete er von einem Experiment dazu: Nachdem die Krähe gelernt hatte, dass eine Schachtel aufspringt, wenn man in das obenauf befestigte Rohr einen Stein wirft, schaltete der Forscher eine Batterie von Schachteln mit immer kleineren Röhrchen hintereinander, in die immer nur ein Stein bestimmter Größe passte. "Also muss das Tier zuerst diese Schachtel öffnen, um den kleinen Stein herauszuholen, bevor es den Stein in das dünne Röhrchen an der Futter-schachtel einwerfen kann. Sie kön-



nen diese Aufgabe bis zu 7 Stationen komplex machen, und zwar so, dass Sie die Röhrchen immer nur so gestalten, dass es nur ein passendes Werkzeug gibt, das blöderweise auch in einer verschlossenen Schachtel liegt." Dieser Test heißt "Kanzler-Test", weil der Kanzler der Universität Oxford ihn nicht bestand, die Krähen aber sehr wohl.

Handwerker-Gehirne

Die Affenhand ist Leib gewordene Greiffunktion, denn erst die Gegenüberstellung von Daumen und Fingern ermöglicht das abenteuerliche Hangeln von Ast zu Ast, das Lausen und Umarmen, außerdem sind mit aufgerichtetem Körper die Hände frei für Werkzeuge. Neben dem Mädchen auf der Bildtafel zertümmert ein Javaneraffe, ein *macaca fascicularis aurea* aus Myanmar, eine harte Nuss mit einem flachen Stein, den er passend ausgewählt hat. Eine Forschergruppe um Julio Mercader und Christophe Boesch vom Leipziger Max-Planck-Institut (MPI) für evolutionäre Anthropologie fand im afrikanischen Regenwald 4.300 Jahre alte Steinwerkzeuge von Schimpansen zum Nüsseknacken; in ihrer Publikation in *PNAS* von 2006 argumentieren sie, dass die nahebei gefundenen Nussarten noch heute ausschließlich von Schimpansen konsumiert werden.³² Aber warum Kapuzineraffen in der Olduvai-Schlucht in Tansania Steine aus einer Felswand brechen und damit auf die Felswand einhämmern, weiß der Archäologe Tomos Proffitt aus Oxford auch nicht. Er vermutet, dass die Affen die im Steinraub enthaltenen Mineralien brauchen. "Es sieht so aus, als ob sie ihren Steinhammer nach Gewicht aussuchen. Sie wählen größere Steine, wenn sie damit harte Objekte wie andere Steine bearbeiten. Sie scheinen auch bestimmte Formen zu wählen, und zwar Steinhämmer, die abgeflacht sind. Damit haben sie eine größere Chance, die Steine in der Felswand gut zu treffen". Die kleinen Steinsplitter vom Hämmern sehen den ersten Steinwerkzeugen unserer menschlichen Vorfahren sehr ähnlich.³³ Es gibt sogar die Hypothese, dass die Frühmenschen den Gebrauch der Steinwerkzeuge von den Affen übernahmen.

Raoul Francé verweist auf Studien von Wolfgang Köhler, den Mitbegründer der Berliner Schule der Gestaltpsychologie, der 1914-1920 die Anthropoidenstation der Preußischen Akademie der Wissenschaften auf Teneriffa leitete und damals Schimpansen bei der Herstellung von Holzwerkzeugen beobachtete: "Sie brachen Äste ab, oder hohle feste Schilfstengel, ja sie steckten zwei oder drei Rohrstücke geschickt ineinander, um das Werkzeug zu verlängern. In einem Fall biß das Tier so lange am spitzen Ende eines Brettchens herum, bis es die nötige Dicke hatte, um in das Schilfrohr gesteckt werden zu können." (S. 16)²⁴

Crickette Sanz vom Leipziger MPI berichtete 2008 in einem Instituts-Forschungsbericht davon, wie unterschiedlich die Werkzeuge im Nordkongo eingesetzt werden: In einen Termitenhügel stechen wildlebende Schimpansen mit einem Stöckchen ein Loch und fischen dann mit einem Zweig die Tiere heraus; in ein unterirdisches Termitennest müssen sie mit einem Stock erst ein tiefes Loch bohren, bevor sie die Beute mit einem Zweig herauszuholen können. Zum Honigsammeln benutzten sie ein drittes Werkzeugset.



Was wir können könnten

Unter den Weberameisen ist zweimal eine neolithische Nähna- del aus Knochen vom westlichen Mittelmeerraum gemalt, mit der man angepasste Kleidung und Schuhwerk nähen kann. Das Nähen wurde von Vormenschen erfunden, die ein längeres Dau- menglied als die Neandertaler und das nötige Geschick für die Handhabung der Nadel besaßen, denn Nähen ist eine feinmoto- rische Präzisionsarbeit, die eine Koordination von Fingern, Arm und Oberkörper verlangt. Laut *steinzeitwissen.de* sind deko- rierte Knochennadeln über 30.000 Jahre alt, ein Ohr bekamen die Nadeln aus Rentier- oder Hasenknochen im französischen Solutréen. Auch bei der mehr als 5.200 Jahre alten Gletscher- mumie Ötzi fand man Nähzeug zum Flecken von Kleidung. Da Traditionen und ehrwürdige Handwerke ihren Wert verloren haben, gibt es handgenähte Kleidung nur noch beim Maßschnei- der und in der Haute Couture. Gefragt sind allenfalls Änderungs- schneider, denn Kleidung flickt man nicht mehr und Socken stopft kein Mensch. Lieber webt man Informationstechnologie in Kleidung ein. Auf ein "reales Bedürfnis unserer Konsumenten unterwegs" reagierten Levy Strauss und Google, die zusammen eine "intelligente" Jeansjacke mit Leitfasern in den Ärmeln ent- wickelten, die das *Onlinemagazin 24matin.de* am 26.09.2017 vorstellte. Mit ihr kann ein Radfahrer auf Anrufe reagieren, Text- nachrichten abhören, Musik wählen oder das Navi nach dem Weg fragen. So komplettieren die Radfahrer unterwegs ihre Nut- zerprofile bei Facebook & Co.

Kaum jemand hat heute das Wissen und die Geschicklichkeit, eine Knochennadel herzustellen, vor rund 100 Jahren verfügten Frauen und Männer über alle handwerklichen Fähigkeiten zum Überleben; bei meinen Großeltern und Urgroßeltern gehörten dazu: Forstwirtschaft, Brennholz zurichten, Torf stechen, schrei- nern, schmieden, mit Lehm bauen, Tierhaltung, Obst und Ge- müse anbauen, imkern, dreschen, schlachten, backen, kochen, Lebensmittel konservieren, Kaffee rösten, Schnaps brennen, spinnen, weben, nähen. Jugendliche werden heute lieber Mana- ger oder Informatiker, für Ingenieure werden Daten wichtiger als Dinge.

V. WIE MAN HOMO FABER WIRD ODER NICHT

Da das Begreifen evolutionär aus dem handgreiflichen Umgang mit widerständiger Materie entstand, gehen in der digitalen Wissensgesellschaft Fertigkeiten verloren. Die Kulturtechnik Handschrift verschwindet gerade, das Tippen auf Tasten und Touchscreens wird ersetzt durch Spracherkennung. Der ganze Körper wird überflüssig, wenn eine Gehirn-Maschine-Schnitt- stelle den Gedanken eines Menschen an eine Bewegung schneller als der Mensch in die Tat umsetzt. Nissan stellte be- reits ein "Brain-to-Vehicle-Headset" für Autos vor, die ameri- kanische Neuro-Technologie-Firma Neurable experimentiert mit gedanklicher Fernsteuerung von Fabrikrobotern und Games. Diese fortschreitende Entsinlichung bildet den ab- soluten Kontrast zu den Kinderhänden auf dem Kopfreif, denn



die Matschhände zeugen vom ursprünglich lustvoll sinnlichen Umgang mit Materie.

Als Krabbelkinder haben wir die Welt mit Händen, Füßen und allen Sinnen erkundet, zweijährige "Digital Natives" von heute pat- schen zielsicher auf Icons von iPads. Die Wechsel- wirkungen von körperlicher und Gehirntätigkeit sind je-

doch durch die Plastizität des Gehirns ein lebenslanger Pro- zess. Die gemalten Neuronen aus dem Kleinhirn sind sowohl für Motorik als auch für höhere geistige Leistungen wichtig, deshalb beeinflusst spielerische Bewegung entscheidend die Gehirnentwicklung und die Selbstwirksamkeit von Kindern. Das Mädchen von der Bildtafel war in einem Waldkindergar- ten, wo Kommunikation, soziales Miteinander, Geschicklich- keit, Selbstvertrauen, Kreativität und Phantasie gefördert werden. Dass geistige Beweglichkeit Gedankenblitze erzeu- gen kann, zeigt eine phantasievolle Antwort, bei der Neuro- nen überraschend zusammen feuern. Beim ehemals blinden Virgil kann man nachvollziehen, wie er nach einer Linsenope- ration lernt, die Realität visuell zu verstehen.

Wer weiß schon, wie man einen Baum zusammensetzt

Für das Verstehen der Welt sind die Werkzeuge im visuellen Cortex wichtig. Wären die Augen des plastischen Fayencekop- fes lebendig, würden von 10 Milliarden Bits Informationen auf der Netzhaut nur 10.000 Bits/sec die Sehrinde erreichen, zur bewussten Wahrnehmung gelangen lediglich 100 Bits/sec. Hin- ter den Augäpfeln gibt es kein Bild mehr im Kopf, denn das Ge- hirn nutzt bei der Informationsverarbeitung in effizienter Weise unendlich viele Vorerfahrungen und Kenntnisse. Sir John C. Eccles beschrieb 1977 den Werkzeugkasten der Sehrinde von Säugern aufgrund der Forschungen von Hubel und Wiesel aus den 1960er Jahren. Nach einer ersten Analyse durch Neuronen mit Richtungsempfindlichkeit geht es auf der nächsten Gehir- ebene weiter: "Hier gibt es Neurone, die speziell empfindlich sind für die Länge und Breite von hellen oder dunklen Linien sowie ihre Richtung und sogar für den Winkel von zwei sich kreuzenden Linien. Diese komplexen und hyperkomplexen Neu- rone begründen eine weitere Stufe der Merkmalserkennung ... Zum Beispiel wurden die neuronalen Mechanismen ausgelas- sen, die für die verschiedenen Kontrastphänomene und für die Dunkelerkennung verantwortlich sind."³⁴ Die wenigen Sätze sollen eine leise Ahnung geben von der gestuften Arbeitstei- lung, vor allem von der Abstraktheit der neuronalen Analyse vi- sueller Eindrücke.

Eine ähnliche Abstraktion erlebte der fast blinde Virgil nach sei- ner erfolgreichen Linsenoperation, als ihm die *Gestaltwahrneh- mung* nicht gelang. Wie sein Neurologe Oliver Sacks berichtete, musste er "alle – visuell wie logisch – "offensichtlichen" Zusam- menhänge von Grund auf lernen". Als der Chirurg ihn ansprach, wandte Virgil sich in Richtung Stimme, "sah aber nichts als einen verschwommenen Fleck." Er erkannte nur Farben, Bewegungen, größere Gegenstände, Umrisse und einige Buchstaben, aber er konnte die Seheindrücke zunächst nicht entziffern. Er verschätzte sich bei Entfernungen oder Größenverhältnissen, Straßenlater- nen waren Lichtstreifen und Flure im Hospital schwarze Löcher, sein eigener Schatten verwirrte ihn; einen Supermarkt musste er überwältigt verlassen, er hatte auch Mühe, seinen Hund von der Katze zu unterscheiden. Erst einen Monat nach der Operation notierte seine Frau: "Endlich hat er einen Baum zusammenge- setzt – jetzt weiß er, dass der Stamm und die Blätter zusammen- gehören und eine vollständige Einheit bilden."³⁵

Wie sich die abstrakten Einzelanalysen für Virgil schließlich zum *Seheindruck Baum* vereinten, bleibt ein Rätsel, denn man findet keinen Ort im Gehirn mit einem "Bild" vom Baum und keine "in- neren Augen", die ihn "sehen", auch wenn jedermann so darüber spricht. Im Übrigen werden Areale der sogenannten Sehrinde auch dann aktiv, wenn gar keine Lichtwellen von Objekten auf die Netzhaut treffen, wie es bei Erinnerungen, Phantasievorstel- lungen und Nachträumen der Fall ist. Man kann erinnerte, vor- gestellte oder geträumte Objekte und Personen nicht "sehen", obwohl das Gehirn suggeriert, dass man sie sieht. Deshalb ist der Begriff *Sehrinde* unvollständig.



Was von den Netzhautbildern letztlich ins Bewusstsein dringt, hängt von der Aufmerksamkeit, von unseren Interessen und Intentionen ab; außerdem werden alle Wahrnehmungen "eingefärbt", sie werden bewertet oder gar ausgelöst von momentaner Lust-Unlust, von Wissen, bewussten oder unbewussten Erfahrungen, Einstellungen, Emotionen und durch die aktuell wirkenden Einflüsse von Mitmenschen und Umgebung.

Neunundachtzig Paar selbstschnürende Schuhe

Die wie Spalierobst flach aufgereihten Purkinje-Gehirnzellen oben auf dem Kopf sind ein Neuronentyp aus dem Kleinhirn in der hinteren Schädelgrube. Unter dem Lichtmikroskop wird ihr extrem verzweigter Fächer von Dendriten sichtbar, vergleichbar einem Wurzelmycel von Bodenpilzen. Aber der Aufbau des Kleinhirns ist streng geometrisch, denn die Furchung und Schichtung ist horizontal, die senkrechten Neuronen sind mit den waagerechten Parallelfasern durch Dornfortsätze verschaltet. Mit knapp 79 Milliarden Nervenzellen besitzt das Kleinhirn knapp vier Fünftel aller Neuronen im Gehirn. Sie tragen in Zusammenarbeit mit der Großhirnrinde maßgeblich zur Feinabstimmung von Körperbewegungen, zur Muskelkoordination und Erhaltung des Gleichgewichts bei und sind mit allen wahrnehmenden (sensiblen) und ausführenden (motorischen) Nervenbahnen verknüpft. Denn sie haben unzählige synaptische Kontakte mit Axonen aus anderen Gehirnregionen, die sie wie Schlingpflanzen umranken.

Eine Flut erregender und hemmender Signale durchläuft die Dendriten, die eine gigantische rezeptive Oberfläche bilden. Schon bei ihrer Weiterleitung über Synapsen werden die Signale räumlich und zeitlich differenziert und vorverrechnet, in den zwiebelartigen Enden laufen die Signale zusammen. Ab einer bestimmten Intensitätsschwelle senden die rundlichen Zellkörper am Ende der Purkinje-Zellen elektrische Impulse über ihre Axonfortsätze zu nachgeschalteten Neuronen. Die Purkinjezellen sind die einzigen, die über Zwischenstationen Meldungen an das Großhirn senden.³⁶

Rolf Degen berichtete 1989 von Anthony Canavans Forschungsergebnissen an der Tübinger Universität, die darauf hindeuteten, dass das Kleinhirn auch bei höheren geistigen Funktionen aktiv sei, also beim "Handhaben" von Informationen; Konrad Lorenz nannte es "Hantieren im Vorstellungsraum".³⁷ Tobias Bonhoeffer vom Max-Planck-Institut für Psychiatrie in Martinsried beschreibt es im GEO-Heft 9-97 so: "Dieselben Synapsen, die etwa beim Fußballspielen gebahnt worden sind, werden zumindest teilweise auch bei intellektuellen Prozessen aktiviert. Und je mehr Schaltstellen, desto mehr Assoziationen wird es geben". In der Reportage "Ein Männlein spielt im Walde" wurde bilderreich ein norddeutscher Naturkindergarten vorgestellt: Die Kinder sind

stundenlang bei Wind und Wetter draußen, sie balgen und turnen herum, klettern wagemutig auf Bäume, sägen und bauen mit heiligem Ernst Landschaften für die Zwerge oder versuchen, Pfützen leer zu springen.³⁸

Glücklicherweise hat Nike 2016 nur 89 Paar selbst-schnürende Schuhe vom Typ "Hyper Adapt 1.0" für wohltätige Zwecke produziert, denn das Binden der Schnürsenkel ist immer noch eine gute Fingerübung!

Funken sprühende Phantasie

Auf einem der Reportagefotos hat sich das hier gemalte Mädchen auf einem dunklen Tannengrund niedergelassen, Jeans schützen die Beine vor pieksenden Nadeln: "Da sitzt Malina, drei Jahre alt und die Jüngste von allen, auf der feuchten April-Erde und kann den Wald fühlen. Das Rieseln des Bodens auf ihrer Haut; ein Gemenge aus Tannennadeln und Erde, das sie aus ihrer linken Hand fallen lässt in ihre darunter geöffnete Rechte. Aus der Rechten in die Linke. Und wieder zurück. Zwischen den Stämmen schaut sie dem Geriesel zu mit schiefem Kopf und geht der Welt verloren. Dann drückt sie plötzlich kleine Löcher in die Erde, streut Tannennadeln hinein, deckt sie mit Erde und Nadeln wieder zu und stellt ein Stöckchen daneben. Was machst du denn da? "Ich pflanze Puppe an", brummt es unter einem Verschwinde-bloß-Blick."³⁸

Malina war zunächst ganz versunken in das Rieseln der Tannennadeln, beim Fotografieren blickt sie gedankenverloren in die Ferne, aber aus ihrer Antwort blitzen plötzlich Intelligenz und Phantasie hervor: Aus dem In-die-Erde-pflanzen von Tannennadeln vorne und dem gleich gerichteten In-die-Erde-pupsen von Luft und Duft hinten schlägt das Kind spontan einen poetischen Funken. Unpoetisch ausgedrückt, feuern bis dato unverbundene Neuronen von Neocortex und Kleinhirn gleichzeitig: Was zusammenpasst, feuert zusammen – in Umkehrung des Prinzips "what fires together, wires together".

Arthur Koestler nannte 1976 in seiner PEN-Rede zur "Wahrheit der Phantasie" diese Methode im Unterschied zur Assoziation eine *Bisoziation*, sie liege sowohl der Kunst der Entdeckung als auch den Entdeckungen der Kunst zugrunde. "Bisoziation bedeutet einen plötzlichen Sprung der schöpferischen Phantasie, der zwei bis dahin unverbundene Ideen, Beobachtungen, Wahrnehmungsgefüge oder "Gedankenuniversen" in einer neuen Synthese verbindet."³⁹ Malina mit Smartphone hätte keine Tannennadeln gepflanzt, folglich nicht diese Antwort erfunden.

Die Hingabe des kleinen Mädchens an das Rieseln und Pflanzen der Tannennadeln würde man im Silikon Valley "Achtsamkeit" nennen. Chade Meng Tan, der Googles erste Suchmaschine mitentwickelte, arbeitet jetzt mit *mindfulness* am Weltfrieden. Tausende Menschen waren in seinem Seminar "Search inside



yourself", hunderte Apps leiten Manager zum Innehalten an, z. B. eine Rosine auf alle Sinne wirken zu lassen. Ingenieur Tan errechnete den Mehrwert dieser Achtsamkeit 2.0: "Ich versuche, diesen Instinkt, diese Gier nach persönlichem Erfolg, zum Guten zu wenden, wir wissen ja, dass Achtsamkeit, Frieden, Freude und Mitgefühl gut für das Geschäft sind. Wenn du glücklich bist, verkaufst du 37 % mehr und du bist 31 % produktiver".⁴⁰ Diese Selbstoptimierung ist für Unternehmer ein willkommenes "Kreativitäts- und Motivationskapital".

VI. WIE SMART SIND EIGENTLICH DIE USER?

Die Fähigkeiten des menschlichen Gehirns werden von vielen KI-Apologeten gering geschätzt, weil sie die reduktionistischen Maßstäbe der Künstlichen Intelligenz anlegen, ohne die Leistungen und Schöpfungen in Natur- und Geisteswissenschaften, Philosophie und Kunst zu würdigen. Bedenkt man jedoch die Geschichte der intelligenten Erfindungen aller Naturwesen, ist ein Begriff wie "KI sapiens" problematisch, denn die bisher realisierten Programme sind "unmenschlich". Davon unbeirrt wird die KI auf breiter Front für das Internet der Dinge und Smart Cities optimiert. Ihre integrierte Software für die Erkennung von Foto- und Filmbildern sowie Sprach- und Objekterkennung optimieren Forscher mit sogenannten neuronalen Netzwerken und *Deep Learning* in oberflächlicher Anlehnung an die Gehirntätigkeit. Googles Programmierer haben einen wirt gemusterten Test-Fleck ausgetüfelt, den die automatische Bilderkennungs-Software in allen möglichen Fotos als "Toaster" identifiziert: Die Künstliche Intelligenz ist noch nicht einmal "dumm", denn die KI-Systeme *sehen* nicht, vor allem *verstehen* sie nichts.

Auf diesem Hintergrund ist die neueste Allmachtsphantasie des Alphabet-Konzerns von höchster Brisanz: Der Techkonzern will mit gigantischer Rechnerleistung und ungeheurem Energieaufwand eine Künstliche Intelligenz mit *superhumanen* Fähigkeiten schaffen – eine höchst fragwürdige Degradierung des Menschen, die ihn wohl beschämen soll. Diese Monopol-Unternehmung ist eine Black Box mit totalitärem Potenzial; dem Machtanspruch zu widerstehen, erfordert viel Resilienz.

Singgemäß ruft uns der Informatiker David Gelernter zu: "Hört auf, den Computer zu lieben!"⁴¹

Gütiger HAL!

Von einem Plakat der CEBIT 2011 stammen die dekorativ vergrößerten Leiterbahnen am Hals des Männerkopfes; das kleine Stück Hardware symbolisiert hier die allgegenwärtige Künstliche Intelligenz. Geradezu zwanghaft werden mittlerweile alle Phänomene der Realität mit KI-Gesetzmäßigkeiten detektiert, quantifiziert, evaluiert, prognostiziert und verwertet. Zur Optimierung kommen Hochleistungs- und demnächst Quantenrechner, Big Data und *Deep Learning* zum Einsatz. Es ist nicht nur ein Ziel von Facebook, dass die Algorithmen "eine bessere Wahrnehmung als ein Mensch" entwickeln.

Was im Gehirn auf verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichen Arealen gleichzeitig abläuft, wird beim Deep Learning sequentiell in gestuften Ebenen trainiert, die verborgen bleiben. Stark vereinfacht gesagt, werden zunächst auf der zweidimensionalen Pixelebene einfache Objekteigenschaften wie Kanten in einem Bild detektiert und an die nächste Ebene weitergegeben, die sich dann selbst antrainiert, komplexere Eigenschaften wie z. B. eine Ecke zu identifizieren. Die Software baut auf jeder Stufe die korrigierten Analyseergebnisse selbstlernend ein, und so optimiert sich die Mustererkennung durch unzählige Fehlerkorrektur-Runden selbst, bis sie Objekte auf einem Bild erkennen kann.⁴²

Die Dresdner Softwarefirma Cognitec arbeitet mit 54 internationalen Spezialisten an einer Gesichtserkennungs-Software. Im *Focus*-Artikel "Der Code der Gesichter" warnt Bernhard Borgeest: "Unser Antlitz soll zum fälschungssicheren Pass werden. Und dabei drohen wir unser Gesicht zu verlieren – an den Cyberspace und an staatliche Institutionen der Überwachung", denn neben Kaufhäusern, Casinos und Flughäfen sind Landeskriminalämter Kunde bei Cognitec. Aus Millionen Porträts als Trainingsmaterial extrahiert die Software Merkmale, die sie in 6400-dimensionale Vektorräume umrechnet. Jedoch muss Chef Thorsten Thiel konzedieren: "Am Ende ist es nicht mehr nachvollziehbar, woran die Maschine den Menschen erkennt."⁴³

Da die Lernschritte des Deep Learning verborgen bleiben, konnten in Amerika unbewusste rassistische Vorurteile von Programmierern unbemerkt in die Parameter einfließen. Die verborgenen Rechenoperationen des "tiefen Lernens" wurden bisher nicht protokolliert, was bei brisanten KI-Entscheidungen zu Rechtsproblemen führt. Deshalb beschloss die EU im Februar 2017, "dass es jederzeit möglich sein muss, die Berechnungen von KI-Systemen zurück in eine für den Menschen verständliche Form zu überführen". Auch die Kriterien für die Optimierung neuronaler Netze sollten – so die Forderung der Informatikerin Susanne Kurz von der Redaktion *Netzpolitik.org* – offengelegt werden, damit wir die Zielparameter und Trainingsdaten kennen. Hoch relevant wird die Undurchschaubarkeit bei einer "Superintelligenz": Der Google-Mitbegründer Sergey Brin vom Alphabet-Konzern will einen "HAL" erschaffen, der kein Mörder ist wie HAL 9000 im SF-Film "2001".⁴² Politisch unbedarft oder bewusst unterschlägt Brin in seiner Allmachtsphantasie das totalitäre Potential einer solchen Superintelligenz, sollten sich die politischen Verhältnisse im Westen ändern: Der chinesische Staat will bis 2020 ein umfassendes "Sozialkreditsystem" einführen, das alle Bürger durch digitale Kontrolle und Bewertung zu moralisch einwandfreiem Handeln zwingt, ansonsten drohen ihnen gravierende Sanktionen.

Wider die prometheische Scham

Die *IT-Diktatur 4.0* kann auch im smarten Gewand des Überwachungs-Kapitalismus auftreten. Bei der spektakulären Vorstellung des ersten sprachmächtigen Macintosh im Orwell-Jahr 1984 jubelte das Publikum frenetisch, als der Computer Worte des Dankes an seinen Erzeuger, den "iGott" Steve Jobs, richtete; es war die Geburtsstunde der anthropomorphisierten Rechner, deren Software heute überall mitredet. Viele Menschen fühlen sich der Künstlichen Intelligenz in unserer überkomplex vernetzten Welt unterlegen, weil nicht mehr der Mensch Maßstab ist, sondern Maschinen und Algorithmen. Für den Philosophen Günther Anders war 1980 die "klassische" Verwirklichung des Surrealismus eine "computing machine" mit einem vor ihr stehenden

Menschen. Der Mensch fühlt sich beschämend klein angesichts seiner eigenen Produkte: "Die Tatsache der täglich wachsenden A-synchronisiertheit des Menschen mit seiner Produktwelt, die Tatsache des von Tag zu Tag breiter werdenden Abstandes, nennen wir das "prometheische Gefälle".⁴⁴ Wie hatte der *Spiegel*-Redakteur Tuma das prometheische Gefälle Smartphone - User charakterisiert? "Wir sind alle Kinder, die gar nicht verstehen, was in diesen kleinen Kistchen abläuft. Wollen wir auch nicht. Wir genießen den Luxus der Unmündigkeit."

Wenn wir diesen Luxus nicht gut heißen, können wir wie Steven Hill fragen, ob "die kreative Zerstörung durch Innovationen mehr zerstört als kreativ bewirkt". Im Untertitel zu seinem kritischen Essay "You're fired!" in der *ZEIT* vom Februar 2017 kommt er zu dem Schluss: "Es gibt digitale Technologien, die man einfach verbieten muss."⁴⁵ Einerseits muss die Politik sie gesetzlich stärker einhegen, andererseits brauchen Industrie, Techkonzerne und Start-ups für eine menschenwürdige Entwicklung und kritische Folgenabschätzung von Digitalisierung, KI und Robotik nachdenkliche und verantwortungsbewusste Führungskräfte sowie Software-Entwickler mit ethischem Training. Wir müssen Resilienz entwickeln gegen die Faszination durch Technik, Einflüsterungen von Influenzern und penetrante Verführung zum Konsumismus; uns fehlt die nötige Widerstandskraft gegen Entmündigung durch bequemes Nudging und lustvolle Infantilisierung, gegen die dreiste Ausbeutung unserer Ängste und Begehrlichkeiten. Nur mit Eigenmacht können wir der Eigenmächtigkeit der Mächtigen widerstehen.

Matt Ritelch berichtete am 23.10.2011 in der Online-Ausgabe der *New York Times*, dass Spitzenmanager und Angestellte im Silicon Valley ihre Kinder in Waldorf-Schulen ohne Computer schicken, weil die Computer kreatives Denken, gesunde Bewegung, menschliche Interaktionen und Aufmerksamkeit verhindern würden, – das ihre Antwort auf die disruptiven Veränderungen, die sie selbst mit Macht vorantreiben!

Köln, April 2018



QUELLEN

- 01** Johann Jungwirth, "Das Auto der Zukunft schenkt einem 37.668 Stunden Lebenszeit", focus online, 14.01. 2018 <http://www.focus.de/auto/elektroauto/gastbeitrag-von-johann-jungwirth> (aufgerufen am 31.01.2018)
- 02** Ines Bellinger, "Revolution in der Fabrik", 2. Teil der Serie "Künstliche Intelligenz": Industrie 4.0, National Geographic, Nr. 8, 2017, G+J NG Media GmbH & Co KG, Hamburg, S. 70-85
- 03** Ingolf Gritschneider, Michael Heussen, "Die Saat der Gier. Wie Bayer mit Monsanto die Landwirtschaft verändert", Dokumentarfilm, WDR 2018, 45 Min., Sendung: WDR 17.01.2018

- 04** Manfred Lindinger, "Eine Schmeißfliege ist doch keine Biene", FAZ online, 16.06.2016 <http://www.faz.net/-gwz-8i6wx>
- 05** Frank Viviano, "Die Feldforscher". In: National Geographic, Nr. 10, 2017, G+J NG Media GmbH & Co. KG, Hamburg, S. 83-107
- 06** Björn Podola, "Ein neuer Ansatz zur wirtschaftlichen Nutzung von Mikroalgen – Porous-Substrate Bioreaktoren", GIT-Labor – Portal für Anwender in Wissenschaft und Industrie, 08.10.2016 <http://www.git-labor.de/forschung/life-sciences-biotechnologie/ein> (aufgerufen am 01.02.2018)

- 07** Gou Adapih, "Was war da los, Herr Adapih?", Der Spiegel, Nr. 12, 17.03.2014, Szene S. 48
- 08** Farhad Manjoo, "How the Frightful Five Put Start-ups in a Lose-Lose Situation", 18.10.2017, New York Times online, <https://www.nytimes.com/2017/10/18/technology/frightful-five-start-ups.html> (aufgerufen am 19.10.2017)
- 09** Claus Hulverscheidt, "Stoppt die Monopole!", Süddeutsche Zeitung, Nr. 5, 08.01.2018, Wissenschaft S. 15
- 10** Gerhard Matzig, "Der Streit bei Apple ist symptomatisch", Süddeutsche Zeitung, Nr. 185, 12./13.08.2017, Feuilleton S. 15
- 11** Jeremy Bentham, "Das Panoptikum oder das Kontrollhaus", Band III, S. 40. In: Manfred Schneider, "Transparenztraum", Matthes & Seitz Berlin Verlagsgesellschaft mbH, Berlin, 2013, S. 139
- 12** Harald Brandt, "Serverfarmen, Clouds und Datenströme oder: Die Katze beißt sich in den digitalen Schwanz", SWR2 Dossier, 09.04.2014, Sendung: 02.05.2014
- 13** Reuben George, Cypress, Peter Wintermayr, "Fehler durch kosmische Strahlung: Soft-Errors in Halbleiterspeichern verstehen und ihre Folgen mildern", 12.08.2015 <http://www.elektroniknet.de/halbleiter/soft-errors-in-halbleiterspeichern-verstehen-und-ihre-folgen-mildern-122304.html> (aufgerufen 26.01.2018)
- 14** Maren Keller, "Klong. Ein Video und seine Geschichte", Der Spiegel, Nr. 15, 09.04.2016, S. 43
- 15** Patrick Illinger, "Abgefahren", Süddeutsche Zeitung, Nr. 22, 27./28.01.2018, Thema der Woche S. 2
- 16** TechGalerie GmbH, "Weglaufender Wecker "Clocky" http://www.techgalerie.com/2137/weglaufender_wecker_clocky.html (aufgerufen am 20.01.2018)
- 17** Sarah Ignor, "Echter Knochenjob", Computer Bild, 14.09.15 <http://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Panorama-Hana-chan-Roboter-Hund-Kaesefuesse-18991631.html> (aufgerufen am 20.01.2018)
- 18** Blogger Hans, "Sense Mother: Datenerfassung und Tracking des kompletten Alltags", <http://technikblog.ch/2014/12/sense-mother-datenerfassung-und-tracking> (aufgerufen 30.12.2017)
- 19** dpa, "Google erkaufte sich Zutritt zu den Häusern", Kölner Stadt-Anzeiger, 15. 01.2014, Wirtschaft S.09
- 20** Thomas Tuma, "iPhone, also bin ich". In: Der Spiegel, Nr. 27, 02.07.2012, S. 62-72
- 21** Jean M. Twenge, "Have Smartphones Destroyed a Generation?", The Atlantic, 03.08.2017. Vorabdruck des Buches "iGen: Why Today's Super-Connected Kids Are Growing Up Less Rebellious, More Tolerant, Less Happy—and Completely Unprepared for Adulthood—and What That means for the Rest of Us." <https://www.theatlantic.com/amp/article/534198/>
- 22** Betsy Sparrow et al., "Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips", Scienceexpress Report. Downloaded from www.sciencemag.org on July 18, 2011 (aufgerufen am 14.07.2011)
- 23** Wikipedia, "Riesenholzwespe", <https://de.wikipedia.org/wiki/Riesenholzwespe> (aufgerufen 20.12.2017)
- 24** Raoul H. Francé, "So muß du leben! Eine Anleitung zum richtigen Leben", Carl Reissner-Verlag, Dresden, 1930, S. 9 und S. 16
- 25** Wikipedia, "Fingertier", <https://de.wikipedia.org/wiki/Fingertier> (aufgerufen am 14.08.2017)
- 26** n-tv.de, dpa, "Primat mit besonderen Händen: Aye-Aye heizt Mittelfinger auf", <https://www.n-tv.de/wissen/Aye-Aye-heizt-Mittelfinger-auf-article5271011.html> (aufgerufen am 06.10.2017)
- 27** Markus Becker, "Bizzarrer Mull. Schneller fressen dank Zotelnase", Der Spiegel online, 03.02.2005 <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/bizzarrer-mull-schneller-fressen-dank-zotelnase-a-339933.html> (aufgerufen 23.01.18)
- 28** Reinhard Wandtner, "Riechen unter Wasser: Sogar Säugtiere beherrschen den Trick", Frankfurter Allgemeine, 27.12.2006 (aufgerufen 23.01.2018) <http://www.faz.net/aktuell/wissen/natur/sternmull-riechen-unter-wasser> (aufgerufen 23.01.2018)
- 29** Douglas H. Chadwick, "Ameisenkolonien: Krabbelndes Superorgan", Spiegel Online, 16.05.2011 <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/ameisenkolonien-krabbelndes-superorgan-a-761760.html> (aufgerufen 14.03.16)
- 30** Tara D. Sutherland et al., "Conservation of Essential Design Features in Coiled Coil Silks", 2007, Creative Commons Attribution Non-Commercial Licence, <https://academic.oup.com/mbe/article/24/11/2424/1012899>
- 31** Josef H. Reichholf, "Rabenschwarze Intelligenz. Was wir von Krähen lernen können", Piper Verlag GmbH, München/Berlin, 9. Auflage 2016, S. 214-217
- 32** Julio Mercader et al. "4,300-Year-old chimpanzee sites and the origins of percussive stone technology", PNAS, volume 104, no. 9, p. 3043-3048, 27.02.2007 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0607909104
- 33** Jochen Steiner, "Primaten als Werkzeugmacher. Kapuzineraffen stellen Vorläufer von Faustkeilen her", Deutschlandfunk, Forschung aktuell, 20.10.2016 http://www.deutschlandfunk.de/primaten-als-werkzeugmacher-kapuzineraffen-stellen.676.de.html?dram:article_id=369090 (aufgerufen am 21.10.2016)
- 34** Karl R. Popper, John C. Eccles, "Das Ich und sein Gehirn", R. Piper & Co. Verlag, München, Zürich (englische Originalausgabe 1977), 5. Auflage 1985, S. 327-328
- 35** Oliver Sacks, "Eine Anthropologin auf dem Mars", Rowohlt Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, 1995, Kapitel "Sehen oder nicht sehen", S. 159-217
- 36** Ina Wanner, Rüdiger Vaas, "Signal-Vorverarbeitung durch Dendriten im Kleinhirn", Spektrum der Wissenschaft, Nr. 6, 1995, G+J NG Media GmbH & Co. KG, Hamburg, S. 26-30
- 37** Rolf Degen, "Kleinhirn scheint beim Denken beteiligt – Hantieren mit Vorstellungen", Kölner Stadt-Anzeiger, Nr. 246, 20.10.1989, S. 37
- 38** Martina Freud, "Ein Männlein spielt im Walde", Fotos: Christoph Engel. In: GEO Wissen "Wie wir unsere Welt begreifen – Sinne und Wahrnehmung", Gruner + Jahr AG & Co, Hamburg, Nr. 9, 1997, S. 44-55
- 39** Arthur Koestler, "Die Wahrheit der Phantasie, Was Kunst und Wissenschaft gemeinsam haben" – Die PEN-Rede, Die Zeit, Nr. 37, 03.09.1976, Feuilleton S.33
- 40** Nina Hellenkemper, "Achtsamkeit 2.0. Wie das Silicon Valley unsere Seelen retten will", WDR/NDR/DLF 2016, Sendung: Deutschlandfunk 30.12.2016
- 41** Axel Weidemann, "Hört auf, den Computer zu lieben!", Frankfurter Allgemeine online, 25.02.2016 <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/david-gelehrter-warnt-vor-der-liebe-zum-computer-14088699.html> (aufgerufen 27.05.16)
- 42** Robert D. Hof, "Deep Learning" – MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/s/513696/deep-learning/> (aufgerufen: 13.02.2018)
- 43** Bernhard Borgeest, "Der Code der Gesichter", Focus, Nr. 10, 03.03.2018, S. 64-73
- 44** Günther Anders, "Die Antiquiertheit des Menschen", Band I "Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution", Verlag C.H.Beck, München, 5. Auflage, 1980, S. 16
- 45** Steven Hill, "You're fired!", Die Zeit, Nr. 8, 16.02.2017, Politik S. 11