

Künstliche Intelligenz anders denken – Eine Essaysammlung

Inhalt:

Klarheit um den Begriff «Künstliche Intelligenz» - Einleitung zur Essay-Sammlung Urs Vögeli	Seite 2
Künstlerische Intelligenz – oder vom Willen zum Sinn Daniel Osterwalder	Seite 5
Künstliche Intelligenz à la China – Eine geopolitische Dechiffrierung Dr. Remo Reginold	Seite 8
What is Artificial Intelligence in the 21st Century Dr. Siim Karus and Dr. Remo Reginold	Seite 12
Zuverlässig fehlerhaft - Zu Künstlichen Intelligenzen im Science-Fiction-Film Dr. Simon Spiegel	Seite 17
«Algorithmisierung – ein Problem für die Demokratie?» Dr. Daniel Kunzelmann	Seite 20

Stand: 17.6.2020

Klarheit um den Begriff «Künstliche Intelligenz» - Einleitung zur Essay-Sammlung

Der Begriff «Künstliche Intelligenz» ist heute mehr denn je unklar und wird auch willkürlich verwendet. Er ist ein Schlagwort geworden, genauso wie etwa Digitalisierung, Industrie 4.0 oder Cybersicherheit. Es wird zwar viel darüber geredet, ob in der Forschung und Technik, als auch in der Wirtschaft und Politik. Und dennoch findet kaum eine vertiefte gesellschaftliche Debatte darüber statt. Vielmehr sind die Narrative, Konnotationen und Bilder in unserem Kopf zum Thema Künstliche Intelligenz wahrscheinlich mehr von Science-Fiction geprägt, als uns lieb ist. Es fehlt an wirklich interdisziplinären Herangehensweisen und Transferleistungen zwischen Forschung, Philosophie, Gesellschaft, Politik und Anwendung. Dies führt mitunter zu vielen Missverständnissen und zum Anreiz, den Begriff einseitig zu Marketingzwecken oder für strategische Machtprojektionen zu verwenden. Staaten und Firmen buhlen um die technische Vorherrschaft. Dies erschwert es zudem, die richtigen soziopolitischen Fragen zu stellen und entsprechende Antworten zu liefern.



Die Gefühlslage zum Begriff KI pendelt irgendwo zwischen zauberhaftem Wundermittel und apokalyptischer Gefahr. Mit dem Begriff geht einerseits grosse Angst einher, andererseits ist er auch mit viel Hoffnung verbunden. Befürchtungen in Zusammenhang mit Kontrollverlust und die mit KI verbundenen Überwachungsmöglichkeiten sind in der westlichen Bevölkerung weit verbreitet. Umgekehrt möchten wir alle von den Annehmlichkeiten moderner Digitaltechnologien profitieren und unseren Wohlstand weiterentwickeln. Bereitwillig geben wir beispielsweise unsere Daten an amerikanische Internetgrosskonzerne ab und sind auch offen, Verantwortlichkeiten im Namen der Effizienz und vermeintlichen Objektivität wegzudelegieren.



Die Debatte zum Thema Künstliche Intelligenz war bisher vorwiegend durch technologische Aspekte und die Informatikfachwelt geprägt. Dies gibt der Diskussion einen spezifischen Drall, der womöglich die technologische Komplexität des Themas überbetont und damit die soziokulturelle, gesellschaftliche, philosophische und politische Debatte einseitig erschwert. Unsere Analysen und Beiträge sollen diesen Mängeln im Diskurs entgegenwirken und eine neue Offenheit für fruchtbaren interdisziplinären Austausch ermöglichen. Einen ersten Versuch der Klärung und holistischen Herangehensweise möchte ich nun hier präsentieren.

Heutige KI	Mensch
Nur künstliche Inselbegabungen; enge KI	Holistisch und umfassend
Einfache Definition von Intelligenz: Abstraktes, logisches oder rationales Denken	
Statistische Techniken	Flexible und adaptive Neuronen
Nur Simulation Nur Imitation	Sinn, Bedeutung, Verständnis, Zusammenhänge Freier Wille und moralische Beurteilung Selbstbewusstsein Emotionen und Intuition Sinn für Wirklichkeit und Umwelt/Umfeld
Rein syntaktisch	Semantisch
Black box	Reflexion, Red und Antwort stehen

Tabelle 1: Vergleich KI-Mensch

Gerne stelle ich diese Tabelle 1 als Vergleich zur Debatte. Sie soll aufzeigen, was heutige KI überhaupt ist und wie sie im Vergleich zum Menschen abschneidet. Wenn heute über KI gesprochen wird, geht es also viel mehr um Imitation und Simulation von bestimmten Ausprägungen von menschlicher Intelligenz. Auch wenn heute schon empathische KI vorgestellt werden, geht es auch hier nur um Nachahmung und Vorspiegelung. Die Komplexität des Menschlichen wird womöglich stark reduziert, wenn wir beginnen Maschinen und Algorithmen als intelligent und denkfähig zu bezeichnen.

Auch ein aktuelles Technologie-Mapping (Tabelle 2) belegt, dass das, was als KI bezeichnet wird, nicht wirklich dort ist, wo es der Begriff vermuten lässt. Es hat sich in der Fachwelt daher auch der Begriff «Enge KI» etabliert, der eher als «Inselbegabung» umschrieben werden kann. Eine Generelle KI ist noch ein weit entferntes Phänomen, eine weit entfernte Utopie oder Dystopie.

Tabelle 2: Enge KI-Generelle KI

Enge KI			Generelle KI (AGI)	
Programmiert, konstruiert, beaufsichtigt, vorbelastet (biased)				
Begrenzte Anwendungsfelder				
Deduktiv		induktiv	Kombination von induktiv und deduktiv	
binär	neuronal	kognitiv		
<ul style="list-style-type: none"> - Natural language processing - Machine learning - Symbolic reasoning 	<ul style="list-style-type: none"> - Deep learning - Genetic programming - Self learning - Computer visioning - Data science (ML + Big Data) 	<ul style="list-style-type: none"> - Holistic reasoning - Contexts - Relationships - Space + time - Interpretation - Unexpected circumstances 	Kombination von logischen «Denk»-Mechanismen	

Wenn wir uns nun mit dem Thema Intelligenz auseinandersetzen, schlage ich eine holistische Sichtweise vor (Tabelle 3). Ein komplexes und ganzheitliches Menschenbild soll dabei Ausgang der Beurteilung sein.

Holistisches Intelligenz-Verständnis	Simple, kognitive oder rationale Intelligenz:	<ul style="list-style-type: none"> - abstraktes, mathematisches, logisches, rationales Denken - Vermeintliche Effizienz und Objektivität
	Verkörperte oder sensomotorische Intelligenz (embodied intelligence):	<ul style="list-style-type: none"> - biochemische, tiefe, kognitive Integration
	Situierte Intelligenz (embedded intelligence):	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Wahrnehmung und Einordnung in Umwelt/Umfeld - Einbindung in Lebensgeschehen - Selbstwahrnehmung und Selbstreflexion
	Emotionale, soziale oder relationale Intelligenz:	<ul style="list-style-type: none"> - Kooperation, Beziehungen, Geschichte, Empathie und Gemeinschaft - Soziale und politische Selbstreflexion
	Künstlerische oder schöpferische Intelligenz:	<ul style="list-style-type: none"> - Leere aushalten und aus Leere etwas Neues schaffen - Willkür und Irrationalität

Tabelle 3: Holistisches Intelligenz-Verständnis

Diese Betrachtungsweise erlaubt eine differenzierte Sicht auf den Begriff «Künstliche Intelligenz» und lässt ebenfalls den Schluss zu, dass die Entwicklung bei weitem nicht dort ist, wo uns vielleicht geschickte Firmen und Staaten glauben machen wollen. Die These ist nun die, dass es sich bei «Künstlicher Intelligenz» primär um einen Marketingbegriff handelt. Auch für Forscher ist es attraktiv, Vorhaben mit Künstlicher Intelligenz in Verbindung zu bringen, weil zurzeit lukrative Forschungsgelder locken unter diesem Stichwort. Firmen möchten natürlich ihre smarten Produkte und Annehmlichkeiten verkaufen. Und Staaten wollen sich als mächtig und einflussreich darstellen und nutzen dazu prominent den Term «Künstliche Intelligenz». Das heisst nicht, dass neue Technologie nicht disruptiv und mächtig sein können. Die digitale Transformation hat generell das Potenzial sozioökonomische und geopolitische Umwälzungen auszulösen. Aber mit einer richtigen Einordnung des Begriffs «Künstliche Intelligenz» kann ein gewisses Manipulationspotenzial reduziert und hoffentlich eine sachlichere Debatte angestossen werden, die auch inklusiver ist als bisher.



Womöglich macht es auch Sinn gewisse Themen klarer voneinander zu trennen, so etwa das Thema Big Data (Datenpolitik), KI und Digitalinfrastruktur. Diese Einleitung soll nun als Ausgangslage dienen, eine offene und übergreifende Diskussion in Gang zu setzen. Das Feld ist jetzt beispielsweise offen für die Philosophie, für Ethik- und Wertediskussionen, aber auch kulturell-künstlerische und sozioökonomische Aspekte oder etwa die Cyberanthropologie.

Urs Vögeli



Literatur:

Knuddeln mit der Roboterrobbe. Gull, Thomas (2019). In: UZHmagazin Nr. 2. Mit Prof. David Hémos. Dr. Yulia Sandamirskaya. Dr. Eva Weber-Guskar.

Verkaufte Datenseelen. Interview mit Prof. Michael Latzer. In: UZHmagazin Nr. 2/19.

What is artificial intelligence in 2018 and beyond? Karus, Siim/Reginold, Remo (2018). In: swissfuture 02/18.

Künstliche Intelligenz – Verheissungen und Mythen. Steinmüller, Karlheinz (2018). In: swissfuture 02/18.

Künstlerische Intelligenz – oder vom Willen zum Sinn

Ende Dezember 2017 berichtete Nature über eine von der Google-Tochter DeepMind entwickelte Software Alphago Zero, die sich im geschlossenen System selbstlernend eine kaum vorstellbare Anzahl an Zügen für das chinesische Brettspiel Go angeeignet hatte. Mit 5185 Elo-Punkten erreichte die Software eine Spielstärke, an die kein Go-Spieler heranreicht. Im Gegensatz zu Ke Jie aus China, dem weltbesten Go-Spieler (Elo-Punkte 3627) weiss Alphago Zero jedoch nicht, dass es Go spielt. Es fehlt der Maschine an Bewusstsein, Reflektionsfähigkeit und damit Sinngebung. Und genau dies ist der Grund, dass wir uns neben künstlicher Intelligenz auch mit künstlerischer Intelligenz auseinandersetzen müssen.

Im Anfang war das Wort...

Aber beginnen wir gleich am Anfang: «Im Anfang war das Wort, und das Wort war bei Gott, und Gott war das Wort,» heisst es so unverfangen in Johannes, Kapitel 1. Für jene, die glauben, erklärt sich damit die Welt relativ einfach. Nähern wir uns jedoch wissenschaftlich dem Wort, dann können wir uns etymologisch ans Wort pirschen. Wir wissen relativ viel darüber, wie wir Wörter analysieren, ihre Herkunft und ihre vielfältigen Bedeutungen klären können. Wir können mit Hilfe weniger Regeln die Bedeutung eines Wortes klären und definieren. Etwas komplizierter wird es, wenn wir uns das Diktum des Ingenieurs und Philosophen Ludwig Wittgenstein zu Herzen nehmen, der da schrieb, dass «Die Bedeutung eines Wortes ... sein Gebrauch in der Sprache» [ist] (Philosophische Untersuchungen 43), was gemäss seinem Ansatz sich in vielfältigen Sprachspielen und Lebensformen niederschlug. Sprachphilosophie und –Logik sind jedoch noch immer relativ «einfach» zu verstehen.

... und am „Ende“ Finnegans Wake?

Was aber geht ab, wenn wir uns der Sprache des Künstlers annähern? Ist das noch immer einfach? Regelbasiert? James Joyce, einer der wirklich Grossen der Weltliteratur hat mit Finnegans Wake ein Werk geschaffen, das sich auch heute noch den Wenigsten erschliesst und nicht etwa, weil er eine Art Privatsprache entwickelte, sondern weil er vor der weissen Leinwand ein Panoptikum an Sprachvielfalt erschuf, das noch heute seinesgleichen sucht. Aber schauen wir doch mal genauer hin: «Are we speachin d’anglas landadge or are you sprakin sea Djoytsch?» Da fliessen einmal Englisch, Deutsch, Französisch, Holländisch (Dutch) und Gälisch ineinander. Dann eröffnet uns Joyce mit dieser sehr spezifischen Art des Verdichtens, Konnotierens eine Vielfalt an Interpretationsmöglichkeiten, womit er der Gleichzeitigkeit von Wahrnehmung schon sehr nahekommt. Und er schafft so Welt, viele Welten mittels Sprache, mittels künstlerischer Intelligenz.

Das Grundproblem

Damit sind wir bereits im Auge des Hurrikans angelagt, bei der Frage nämlich, was wir denn genau unter Intelligenz verstehen, wie dieses sich absetzt von Denken und was denn nun Denken sei. Denn recht eigentlich kann künstliche Intelligenz nicht künstlerische Intelligenz sein, solange nicht klar ist, was Intelligenz eigentlich ist. Ist es Sprachfertigkeit? Räumliche Verortung, Planungs- und Orientierungsfähigkeit? Überlebensfähigkeit? Intrapersonale und interpersonale Kompetenz? Ist es Algorithmisierung? Und wenn Intelligenz tatsächlich in einer Beziehung zu Denken steht: Was ist denn nun Denken und wie entstehen Denkprodukte, also Gedanken, Gedankenmodelle und Lernprodukte?

Weil eine präzise Definition von Intelligenz bereits zu Zeiten Turings fehlte, ist er davon ausgegangen, dass Intelligenz ein Produkt des Beobachters ist, also nichts anderes ist als eine Zuweisung durch den Betrachter. Da haben wir jedoch spätestens dann ein Problem, wenn wir davon ausgehen müssen, dass Menschen in ihren Wahrnehmungen vielfältigen Biases oder Verzerrungen und Heuristiken ausgesetzt sind. D.h. Beobachter lassen sich sehr einfach etwas vorspielen, was nicht ist. So waren

Roboter am Fraunhofer Institut von der Frage «Hol mir mal ein Glas» überfordert, weshalb die Forscher die Roboter antworten liessen: «Entschuldigen Sie, ich bin nur ein Roboter, könnten Sie den Satz wiederholen?» Für viele Menschen war dies ausreichend dafür, den Roboter als intelligent wahrzunehmen.

«Das reichte aus, damit sie dachten, der Roboter sei intelligent», so Bauckhage.

Der Kern

«Zweifellos werden wir niemals wissen, woher das Wissen zu uns gelangt. Der möglichen Quellen sind viele; vielleicht entspringt es daraus, dass wir sehen, hören oder beobachten; sprechen, befürworten, widersprechen; fälschen, nachahmen, begehren, hassen, lieben; Furcht haben und uns verteidigen; Wagnisse, Risiken, Wetten eingehen; gemeinsam oder vereinzelt leben und arbeiten; durch Besitz oder Können Macht ausüben wollen; Schmerz stillen, Krankheiten behandeln oder als Mörder und Krieger töten; erstaunen angesichts des Todes; beten bis zur Ekstase; etwas herstellen mit eigener Hand, die Erde gestalten oder zerstören... und es macht uns unruhig, dass wir nicht wissen, welchem dieser Akte, dieser Worte, dieser Zustände oder welchen anderen unbekanntem Zielen es zustrebt, jetzt, unwissentlich...». Michelle Serres, einer der vierzig «Unsterblichen» der Académie française trifft mit seiner Einleitung zu den Elementen einer Geschichte der Wissenschaften einen wichtigen Kern dessen, was ich hier in einigen iterativen Schleifen untersuchen will. In seiner gesamten Breite legt er dar, dass wir nicht wissen, woher unser Wissen zu uns gelangt und dass der Kern des Wissens sich in einem grossen Fächer ausbreitet und nicht auf den einen Punkt gebracht werden kann. Und schliesslich legt Serres nahe, dass es um Sinn (also Sinn und Bedeutung) und um unsere Sinne geht und wie wir Welt wahrnehmen und dieser Sinn zuweisen und damit Welt schaffen.

Künstlerische Intelligenz – eine Journey

Künstlerinnen stehen immer wieder vor Situationen, dass sie ganz neu, ohne Vergleichswerte vor einer Aufgabe stehen, die sich in erster Linie als weisse Leinwand, weisses Blatt oder eben als Leere auftut. Gähnende Leere, schwere Leere, keine Struktur, kein Anhaltspunkt, kein Anker, woran ich einen Gedanken, eine Idee oder einen Fetzen aufhängen kann als Start. Sie halten diese Situationen einen Moment aus, einige Stunden, Tage, Wochen und dies berührt einen sehr grundsätzlichen Aspekt künstlerischer Intelligenz: Die Fähigkeit, auszuhalten, auszuharren, ohne vorgegebenes Ziel diesen Zustand der Balance zwischen Energie und Kraftlosigkeit auszuhalten und auch in diesen Zustand einzutauchen, um aus dieser Leere Kraft, Energie, Kunst zu schöpfen. Und tatsächlich zu schöpfen als schöpferischer Akt aus dem «Nichts» der Stille, der weissen Leinwand – nicht unähnlich dem Phönix, der aus der Asche steigt.

In sich ruft dies nach einem weiteren Aspekt künstlerischer Intelligenz – nach Optimismus, der sich aus dem Inneren speist, aus innerer Energie, inneren Bildern und Vorstellungen und einer inneren Ruhe, dass es gelingen wird, wenn sich auch die Suche danach auch verzehrend zeigen kann.

Weiter sind Künstler ungemein gut darin, wahrzunehmen – und dies nicht nur mit den fünf bekannten Sinnesorganen, sondern mit allen 10 Sinnen. Wir leben heute in einer medienverstellten Welt, die uns tagein tagaus abfüllt mit verschiedensten Eindrücken, die passiv vor uns aufwallen. Künstlerinnen jedoch horchen bewusst, schauen, nehmen in die Hand, nehmen sich wahr in Welt (Gleichgewicht, Propriozeption wie Eigentemperatur, Eigenbewegung, Muskelspannung, Wärme- und Kälteempfindung, Druck).

Zum eingangs erwähnten Aushalten gehört auch das Einlassen auf das Ungewisse, das Unbekannte, das Neue, das Verborgene und damit mittels Präsenz eine ganzheitliche Erfassung des Untersuchungsgegenstandes.

Und schliesslich gehört ein wenig Mut zur Künstlerischen Intelligenz, der Mut, dem Tiger die Schnurbarthaare zu kitzeln.

Daniel Osterwalder

Künstliche Intelligenz à la China – Eine geopolitische Dechiffrierung

Künstliche Intelligenz (KI) ist heute ein Sammelbegriff und dient als Auffangnetz für unterschiedlichste Technologien und Konzepte. Durch die begriffliche Unschärfe und die Popularisierung ist der Begriff KI ein höchst erfolgreiches Werkzeug von Marketing- und Branding-Strategen. Es scheint, dass es wegen des Nexus der Uneindeutigkeit, des Nichtwissens und Halbwissens einen stillschweigenden Konsens über dessen vermeintliche Bedeutung und den erhofften Nutzen gibt. Durch diese begriffliche Vagheit kann der Ausdruck KI von unterschiedlichsten Akteuren strategisch eingesetzt und verwertet werden. Die Ubiquität des Terms KI kann nicht nur von der Wirtschaft und von Unternehmen als Klausel für technologisches Disruptionspotential und innovative Überlegenheit eingesetzt werden, sondern auch von staatlichen Akteuren. Darum ist es nicht verwunderlich, dass über 24 Nationen inzwischen KI-Strategien entwickelt haben. So haben beispielsweise die Vereinigten Arabischen Emirate seit 2017 ein KI-Ministerium, Grossbritannien will sich als KI-Ethik-Hub hervortun und Indien hat mit «KI-Garage» eine Strategie, um KI-Dienstleistungen für Ländern des Südens zu offerieren. Wie können aber diese KI-Strategie geopolitisch gedeutet werden? Dieser Frage möchte ich in diesem Essay nachgehen.

KI-Weissbuchstrategie

Mit öffentlich zugänglichen Strategiepapieren, die man im Jargon der internationalen Politik als Weissbücher bezeichnet, können Staaten ihre Sicht auf komplexe Themen und Entwicklungen darlegen und unterschiedlichsten Anspruchsgruppen Orientierung für ihre eigenen politischen Entscheidungen liefern. Mit entsprechenden historischen, philosophischen und politischen Referenzen sind sie oft auch Grundlage für die Legitimation staatlicher Praktiken. Solche Weissbücher werden von Staaten gerne auch als Element von staatlichen Public Relations Bemühungen angesehen.

Wenn nun Staaten KI-Weissbücher entwickeln, dann verknüpfen sie oft wirtschaftspolitische Agenden mit politischen und geostrategischen Opportunitäten. Wirtschaftsprogramme helfen Nationen ihre Fähigkeiten gerade im Dienstleistungs- und Wissenssektor auszubauen und zu stärken. Mit der Betonung ihrer wirtschaftlichen Ambitionen und ihren unterschiedlichen politischen Gewichtungen können Staaten dem Begriff KI einen eigenen Stempel aufdrücken. Mit diesem Stempel können KI-Weissbücher wiederum für die Potenz, die Machtprojektion und die geopolitische Deutungshoheit genutzt werden. Mit wissenschaftlicher und technologischer Vorherrschaft können Staaten so indirekt ihre Vormachtstellung im weltpolitischen Gefüge sichern.

Das aktuelle KI-Wettrennen erinnert an den Kalten Krieg und lässt Befürchtungen aufkeimen, dass die Rivalität zwischen den USA und China zu einem neuen bipolaren Kampf um die Vorherrschaft in der Welt ausbrechen wird. Dieser Befürchtung kann entgegengehalten werden, dass die globalen Handelsnetze und Finanzmärkte sowie die technologische Hyperkonnektivität Staaten vielmehr zu Abhängigkeiten und Kooperationen zwingt. Im Wissen um diese Realität werden – in Anlehnung an Wladimir Putins Aussage, dass derjenige, der KI beherrscht, die Welt beherrschen werde, Elon Musks Twitter-Statement und Jack Mas Aussagen am WEF 2019, dass KI Grundlage für den nächsten Weltkrieg seien – KI-Strategien für machtpolitische Projekte eingesetzt.

Obwohl man bei der Informationstechnologie fast schon reflexartig ans «Silicon Valley» denkt, scheint, dass im Bereich der KI chinesische Unternehmen anderen Unternehmen und Staaten den Rang langsam aber sicher abringen. Beispielsweise haben Pekings Wirtschaftsprogramme «Made in China 2025» sowie «Health China 2030» Chinas Kompetenzen in der KI-Technologie systematisch gefördert. So wurden etwa in China die meisten KI-relevanten Patente angemeldet sowie die meisten Risikokapital-Gelder vergeben.

Chinas KI-Strategie

Das Beispiel der Volksrepublik China zeigt eindrücklich, wie Peking es schafft über KI-Projekte sich strategisch zu positionieren. Hier eine kleine Decodierung.

Chinas geopolitische Agenda ist ohne ihr holistisches Sicherheitskonzept nicht zu verstehen. In der Militärstrategie 2014 wird jeder Aspekt zur Erneuerung Chinas unter den Scheffel der Sicherheitsdoktrin gestellt. Unter diesem sicherheitspolitischen Schirm ist auch die Entwicklung der KI-Technologie zu lesen. Peking verlinkt in dieser Militärstrategie explizit die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung mit dem Faktor Sicherheit.

Mittels dieses holistischen Sicherheitsverständnisses, welches dem Top-Down Prinzip (cf. dǐngcèng shèjì) folgt, muss auch Chinas KI-Weissbuchstrategie verstanden werden. Das Programm «New Generation Artificial Intelligence Development Plan» (AIDP), welches 2017 veröffentlicht wurde, ist die Grundlage ihrer KI-Strategie. Top-Priorität genießt dabei die Auslandsabhängigkeiten für Schlüsseltechnologien und Infrastrukturen abzubauen. Damit können sie zukünftige diplomatische und wirtschaftliche Druckversuche aus dem Ausland besser abfedern. Peking kann aber auch mit dem Sprung von einem Entwicklungsland direkt zum Technologie-Pionier technologische Entwicklungen mitprägen aber auch neue Abhängigkeiten schaffen, was man aktuell gerade im Bereich 5G beobachten kann. Zudem können sie ihr eigenes Narrativ bestimmen, weg von der «Werkbank der Welt» hin zu einem potenten «Technologie-Haus».

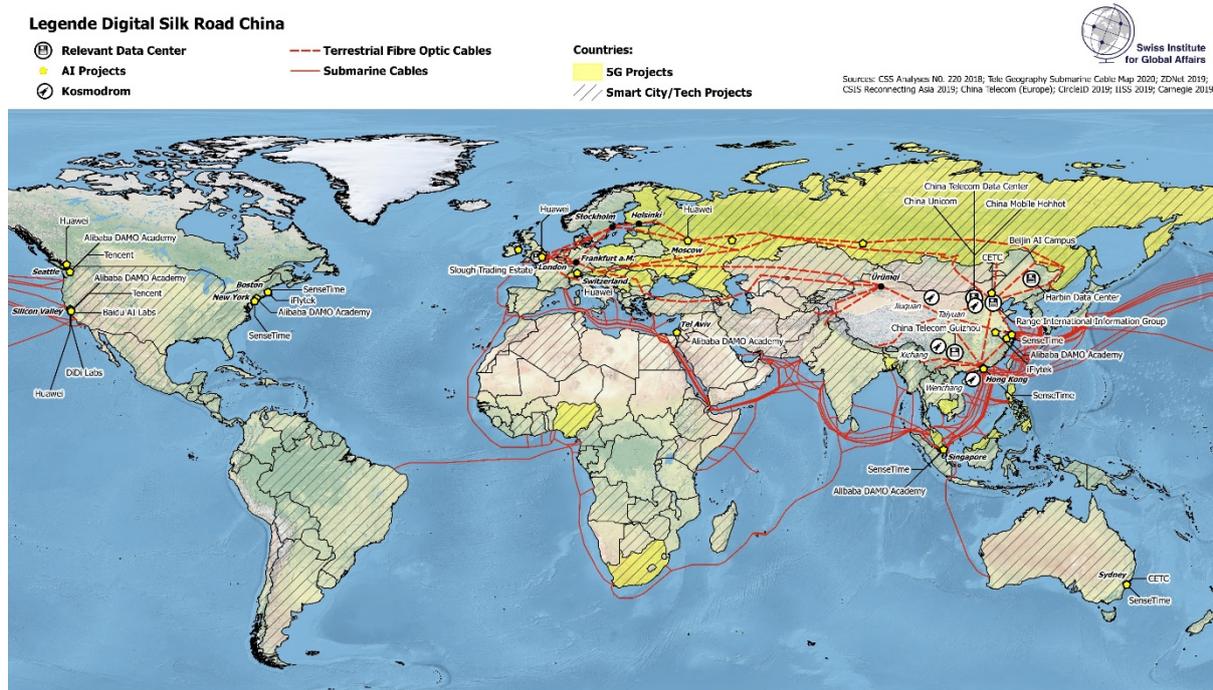
Solche Narrative zu erzählen sind für Weissbücher wichtig, um entsprechende Wirkung im Raum erzielen zu können. Tatsache ist, dass China sich selber zwischen den Welten bewegt: zwischen einem ländlichen westlichen Hinterland und einem stark industrialisierten Südosten mit entscheidenden Hafenstädten für den globalen Warenhandel. Dieses Bild kaschiert China geschickt, um seine Position in der Welt zu festigen. Bei genauerer Analyse lässt sich jedoch festhalten, dass chinesische Unternehmen vornehmlich starke Applikationen und Dienstleistungstechnologien entwickelt haben (vgl. Gesichts- und Stimmenerkennung, etc.) aber es oft an KI-Grundlagentechnologien sowie an Hardware (vgl. Halbleitertechnologie) fehlt. Das sieht man auch daran, dass die meisten chinesischen KI-Forschungspublikationen mit westlichen Partnern geschrieben wurden. Auch Vertreter der chinesischen Akademie der Wissenschaften haben am 13. Kongress des Ständigen Komitees darauf hingewiesen, dass den Chinesen die technischen Standards, Software-Architekturen und Halbleitermechanik für die AI-Technologie fehlen.

Nichtsdestotrotz scheint die chinesische Führung diesbezüglich eine Vision und strategische Ziele zu verfolgen. Zudem können Weissbücher nicht nur für die Aussenwirkung eingesetzt werden, sondern auch regionale Förderung betreiben und eine Motivation darstellen. So haben Shanghai und Tianjin zugesagt über 100 Milliarden Dollars in einem Förderfonds für KI zur Verfügung zu stellen. Ein «Bottom-Up» Antwort auf eine «Top-Down» Strategie.

Einen weiteren interessanten Spin hat Peking in der Weissbuchstrategie 2018 geliefert. Mit der offiziellen Stellungnahme, dass die privatwirtschaftlich geführten Unternehmen «Baidu», «Alibaba», «Tencent», «iFlytek», und «SenseTime» zu chinesischen AI Champions ernannt wurden, hat der sozialistisch geführte Staat seinen eigenen Privatunternehmen ein wichtiges Zugeständnis gemacht. Gerade im Bereich der Verteidigung und Sicherheit hat die chinesische Regierung bis anhin auf staatliche Konzerne gesetzt. Da KI gerade in diesem Bereich entscheidende Innovationen liefern kann, ist es umso bemerkenswerter, dass Peking sich indirekt für privatwirtschaftliche Verhältnisse ausspricht. Ein guter Spin für die geopolitische Aussenwirkung.

Die neuen Abhängigkeiten

Mit ihrer KI-Strategie schaffen die Chinesen nicht nur Aussenwirkung, sondern sie schaffen auch operative Kraft auf den Boden zu bringen. Um ihre Technologien zu exportieren, neue Allianzen aufzubauen und Chinas Ideen zu internationalisieren hat die chinesische Führung 2015 in einem Weissbuch ihre «Digital Silk Road» präsentiert. Darin geht es primär darum, weltweite digitale Infrastrukturen aufzubauen, die Globalisierung chinesischer Firmen voranzutreiben aber auch ihren Datenpool zu erweitern und so die globale Datenkette sicherzustellen. Zudem geht es aber auch darum, durch Kooperation und Konnektivität die unterschiedlichsten Länder mit China zu verbinden. Wissensaustausch, Techtransfer aber auch chinesische Standards zu internationalisieren stehen dabei im Vordergrund. Mit dieser umfassenden Geostrategie wollen sie nicht nur wirtschaftliche Abhängigkeiten schaffen, sondern es stehen durchaus politische Motive im Zentrum. Diese sind weniger ersichtlich, werden dafür umso strategischer verfolgt.



Es geht darum, dass China seine Standards und seine Werte exportieren und so vornehmlich auf dem Parkett der internationalen Politik Einfluss geltend machen kann. Peking will aktiv die internationale Ordnung mitgestalten und das tun sie vortrefflich. So ist das kommunistisch geprägte China gewilligt an globalen Richtlinien für KI mitzuarbeiten. China hat 2018 in einem UN-Positionspapier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass autonome Waffen verboten werden sollten. Die chinesische Definition von autonomen Waffen war aber höchst konfus definiert, so dass letztlich das Verbot wieder haltlos war. Für die mediale Präsenz war es aber ein genialer Schachzug: China arbeitet aktiv an der internationalen Verrechtlichung im KI-Bereich mit. Damit schaffen sie Glaubwürdigkeit und neue Partner. Durch die Hintertür schaffen sie somit aber auch ihre eigenen Standards international rechtlich zu verankern. Das ist Geopolitik auf einem hoch nuancierten Niveau.

Chinas geopolitisches Oszillieren

Mit der Einbindung der KI-Strategie in die «Digital Silk Road» und die wiederum in die «Belt-and-Road-Initiative» fasziniert und irritiert das Land gleichzeitig. China hat es in einem gewaltigen Schritt geschafft, sich mit Firmen wie «Huawei» und «SenseTime» technologisch an die Weltspitze zu katapultieren, aber zugleich durch gezielte Investitionen Ländern von sich abhängig zu machen. Dass

es dabei nicht nur um wirtschaftliche Abhängigkeiten geht, hat die Normalisierungsstrategie der chinesischen KI-Technologie gezeigt. Es geht Peking darum, dass seine Werte und politischen Vorstellungen international anerkannt und übernommen werden. Die Entwicklung und Proliferation der Gesichtserkennungs- und Überwachungstechnologie chinesischer Prägung ist dabei das beste Beispiel. Das Narrativ zeigt sich etwa auch darin, dass das westliche Konzept der Smart City nach chinesischer Lesart zur Safe City wird.

Wenn wir uns mit dem Thema KI und Geopolitik auseinandersetzen wollen, dann müssen wir uns bewusst sein, dass nebst Technologien, Infrastrukturen und Cyber-Systemen Länder systematisch diese zukunftsweisenden Entwicklungen für ihre eigene machtpolitische Projektionsfläche nutzen. Im Falle von China geht es nicht nur um Projektionsbilder, sondern auch handfest darum mittels Technologie den Sozialismus chinesischer Prägung zu internationalisieren.

Dr. Remo Reginold

What is Artificial Intelligence in the 21st Century¹

Artificial Intelligence (AI) is a trendy notion and generally labelled as high-tech superpower. This deludes commentators to either apotheosize or demonize AI. It is often forgotten that AI subsumes different technologies which have complete different applications and effects. This article questions the term AI and lays out its technological developments. This brief technological overview helps us to understand the fundamentals of AI and its potential implication on society and human interactions at large.

We are astounded how often the term Artificial Intelligence (AI) is used in public discourses. The expression AI is almost always adopted for any kind of computing features imitating human beings, interacting with humans or making smart predictions. Indeed, AI is heavily overstretched and serves as refuge for a lot. Popular business and science magazines are writing on AI. There is no week in the year, where somebody is not organising a business conference, a talk or a round table discussion on AI. Since a couple of years, the feuilleton is also very busy with printing opinion articles on AI and its impact on society, politics and economics. Hence, it is trendy to talk about AI. In these articles and on these conferences AI technology is generally described as an entity, a monolithic bloc and as a singularity. Thereby these commentators end up with conclusions oscillating between either utopian or dystopian visions². Having observed this non-reflecting use of AI makes us feel uncomfortable.

AI is predominantly a buzz-word for marketing and puts a lot of different computing concepts, technologies and practices under one umbrella. The public discourse is somehow trapped in this narrow understanding. This cross-use of the term AI is creating a mixed up public perception of the underlying technologies whereas AI should be considered to be a multitude of technologies which function and behave differently in different realms and applications. Therefore, it is worthwhile to reconsider the term AI. The historical insights and the mapping of technology give us a better understanding of AI and how it might affect society and politics at large.

The History of the Term

Creating machines which imitate human reasoning is a very old human incentive and has its sources in different cultural and philosophical traditions (McCorduck 2004: xxiii-xxx and 3-35). The start of modern and computing-based AI imitating humans however can be found in the fifties. John McCarthy coined the term AI in 1955 for a working group at Dartmouth College (Rajaraman 2014: 201). At the research gathering in 1956, the participants agreed that AI is the discipline of how any intelligence features such as learning and problem solving can be simulated by machines (McCarthy et al. 1955). It was the start for two decades of fundamental research. Triggered by the aim of designing a human-level AI, research between 1960 and 1974 was focusing on Natural Language Processing (NLP)³, Machine Learning (ML)⁴ and symbolic reasoning⁵. Generally, the AI goals are driven by excelling

¹ Original article "What is Artificial Intelligence in 2018?" in swissfuture Nr. 02/2018

² It is interesting to observe how opinion leaders like Bill Gates (or the media portraying him) present both positive and negative AI visions, cf. Peter Holley's (2015) "Bill Gates on dangers of artificial intelligence: 'I don't understand why some people are not concerned'" and Catherine Clifford's (2018) "Bill Gates: 'A.I. can be our friend'".

³ "Traditionally, work in natural language processing has tended to view the process of language analysis as being decomposable into a number of stages, mirroring the theoretical linguistic distinctions drawn between syntax, semantics and pragmatics" (Dale 2010: 4).

⁴ ML are algorithms that try to emulate the characteristics and behaviour of learning. Henrik H. Martens explains in reference to learning machines that "(...) L-automaton is introduced via a formal, behaviouristic definition, in an attempt to give an abstract characterization of machine "learning" (1959: 364).

⁵ Symbolic reasoning can be outlined by the following three principles: "(1) a model representing an intelligent system can be defined in an explicit way, (2) knowledge in such a model is represented in a symbolic way and (3) mental/cognitive

efficiency and effectivity for automatized processes⁶. Expert Systems⁷ were probably the most visible outcome and commercial AI-service at that time. However, the efforts were not as fruitful as expected since hardware technology was not as powerful as needed⁸. The anxiety of mechanizing human thoughts fell in the so-called AI winter between 1974 and 1993. With the development of faster hardware and parallel computing, the availability of large amounts of data, and the emergence of cloud computing, AI got a revival. Especially NLP and ML gained momentum.

Artificial Intelligence in 2018

Today, AI is much about learning and behaving in ways that maximize the chance to achieve clear-targeted goals successfully. This is what genetic programming – a subset of AI – is all about: self-learning features developing strategies by learning from past errors or successes⁹. Thus, if we consider AI in 2018, it is much more about purpose oriented applications and less of imitating human reasoning. The current stage of technology can be labelled as narrow AI. The pioneering efforts of the fellows at Dartmouth has been given up for more mainstream and fast deployable applications – the dreamt computational autonomy has been transformed into more pragmatic directions: neural networks, computer visioning and data science are such kind of applications (Poole 1998: 25 f.). AI in 2018 facet intelligence and not geared towards a comprehensive notion of intelligence. Most of the academic and industrial research money goes to this kind of solutions excelling smart solutions in specific domains. Apple’s Siri voice recognition (Capes et al. 2017) and Alphabet’s DeepMind neural network programmes (Desjardines et al. 2015: 2071-2079) are prominent and mediatised examples of this kind of research applications. These applications demonstrate the contemporary AI’s ability to learn through deduction. On the other facet, we find applications like the complex automatic programmes on cooking ovens (e.g. Miele mChef¹⁰), battery optimisation algorithms on mobile devices, and other largely rule-based intelligence, which despite their simplicity enhance our daily lives beyond mere human capability. Hence, if we talk today of AI, it is either a specific form of ML that feeds algorithms with a large amount of data (so-called Big Data) or a complex set of reasoning rules devised by human programmers. The former allows the system to learn by adjusting and reasoning on the delivered datasets mimicking human reactions whereas the latter is the formalised experiences of humans. Contemporary mainstream research has even further narrowed the scope of AI to very specific sub-fields of ML (e.g. deep learning techniques, convolution neural nets), which leave the truly impressive and influential capabilities of AI not yet diffused to both practitioners and the general public (Brynjolfsson et al. 2017).

In general, ML-based solutions are aiming at very specific solutions. It is training by design, which is very powerful for facet intelligence. Hence, the public discourse in 2018 is referring to the historic notion of AI but the current technological applications are much simpler and narrower. Hence, robots who are sensitive and take most human jobs are still utopian visions à la Hollywood. Conceptually, the most elaborated and comprehensive AI technology comes from Cognitive Computing (CC) and its

operations can be described as formal operations over symbolic expressions and structures which belong to a knowledge model” (Flasiński 2016: 15).

⁶ Automation means how human thoughts can be mechanized thereby applying formal reasoning processes. For example, the need for automated translation of Russian texts throughout the Cold War was such an application; a linguistic overview of this topic can be found in Harry Josselson’s research (1971: 1-58)

⁷ “Expert Systems are programs for reconstructing the expertise and reasoning capabilities of qualified specialists within limited domains” (Puppe 1993: 3).

⁸ However, the term AI has often been removed as soon as it got applied. That was the so-called AI effect leading to the effect that “AI is whatever hasn’t been done” (Hofstadter 1979: 601).

⁹ Further readings in a guest editorial of Machine Learning (Goldberg and Holland 1988: 95-99).

¹⁰ Cf. Press release of Miele in 2018: Im Dialog mit dem Lebensmittel: Miele enthüllt zur IFA revolutionäres Garverfahren. <https://www.miele.ch/de/m/1544.html>

knowledge engineering capacities. This powerful technological paradigm aims for holistic reasoning by reasoning on contexts and relationships, which exist in the World. CC tries to reason and interact with human beings while representing the relationships between objects within all its dimensionality. Its formal knowledge representation relies on description logic thereby emphasising space and time. By applying this logic, AI can unleash its power and can be applied for content retrieval, contextual analysis, knowledge interpretation, and recommendation engines. As such, the AI gains the ability to use induction in its reasoning – the absolute necessity for coping with unexpected circumstances (e.g. the ability to operate an interstellar space ship without prior first-hand experience). Most importantly, instead of copying humans, the technology allows the AI to evolve maximising its own natural strengths. This trend, although not heavily publicised, can already be seen in the kind of AI-related patents filed more and more often by technology pioneers (Fuji et al. 2018: 60-69).

Having mapped different technological approaches, we can observe that AI is not clearly defined and gives room for various definitions. Today, we are very pragmatic with AI and ongoing research is sponsored to feed business needs. Hence, AI is getting much more profane and still programmed, geared and supervised by human beings. However, this does not mean that AI is a set of simple computational applications in software evolution - AI has the potential to unleash fundamental changes in society and politics.

Living with AI

By having briefly mapped the current technological subsets of AI, we can state that copying human intelligence in its encompassing sense is yet not envisioned. In the near future, AI research and its respective technological subsets will continue evolving from the bottom of narrow AI to the top of strong AI. Therefore, strong AI or also labelled as Artificial General Intelligence (AGI) won't be reality for quite a long time¹¹. In this regard, the actual question of future trends and its implication on society won't be that of AGI. Nonetheless, advancement of narrow AI can trap human expectations. Reinforced ML can learn bad behaviours that lead to biased conclusions and rebellious attitude. Politics as the means of social engagement needs answers for AI-systems where (1) machine-to-machine interactions ignore human beings. In addition, it needs to recognise that (2) computational knowledge is not acting and reasoning with the same perception as human beings. Moreover, (3) human intelligence as concept is relative and not clearly defined¹². Indeed, human knowledge is closely knitted with not-knowing – the lack of facts available and the inability to consider all facts available. This ability to work with limited or unreliable data (commonly referred to as intuition) allows us to operate in non-one-dimensional aspects and the unforeseen future. This black box gives humans an advantage that AI has not achieved. Intuition as shaped by human history and biological evolution has advanced humankind even more than we might be aware of. In political terms, AI is in that sense another black box with multidimensional agency. The AI's impressive capability to process and deliver more information has and will change the nature of human and social decision making further than we can foresee. From a technological critique perspective, it points to the fact that the politics of multitude is more than simply the evolution of O&1 and less than the singularity of AI. The anthropological replica would be that human beings are caught in a doubled promethic shame¹³: the shame accepting that we – human beings – want to be like machine but are less powerful than the envisioned technology, is

¹¹ Cf. the number of publications published on the topic of AGI:

<http://aminer.org/topic/artificial%20general%20intelligence>

¹² Intelligence in general is often referred to as rational intelligence. However, there are other forms of human intelligence (e.g. emotional, organic or social intelligence); concurrent knowledges, which are not homogenous.

¹³ A concept outlined by the philosopher Günther Anders (1961: 21-95).

insofar doubled as we want to translate human capacities thereby ignoring the fact that machines are at the end still machines.

Therefore, the social-political question will be: do we ever understand what the intellectual capacities of strong AI really are? It is like with animals or children: do we really understand animal behaviour or child's behaviour? AI is not about copying human brains. If we really want to cope with strong AI, we, but also AI, need to think outside the box (beyond neural networks, cognitive reasoning and pattern recognition). We need to understand that stronger AI is not about deduction or induction alone, but the ability to combine these reasoning techniques in the AI way. From a political point of view, the next big milestone will be when AGI is entitled for citizenship. Robots already do (Hatmaker 2017), but imagine when machine consciousness is getting citizenship and they will use it in the AI way. The geographical fluidness of the cybersphere – the natural environment of AGI – will challenge the geographical boundaries of states. AGI cannot be confined but might create new political entities, such as independent confines of the Internet which are not anymore under the control of geopolitical states.

Dr. Siim Karus and Dr. Remo Reginold

Bibliography:

Anders, Günther (1961): Die Antiquiertheit des Menschen. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution. München: Beck.

Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock and Chad Syverson (2017): Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics, in: Ajay K. Agrawal, Joshua S. Gans and Avi Goldfarb: Economics of Artificial Intelligence. Chicago: University of Chicago Press.

Clifford, Catherine (16 February 2018): Bill Gates: 'A.I. can be our friend', in: CNBC, <https://www.cnbc.com/2018/02/16/bill-gates-artificial-intelligence-is-good-for-society.html> (30 July 2018).

Dale, Robert (2010): Classical Approaches to Natural Language Processing, in: Nitin Indurkha and Fred J. Damerau: Handbook of Natural Language Processing. Boca Raton: CRC Press.

Desjardines, Guillaume, Karen Simonyan, Razvan Pascanu and Koray Kavukcuoglu (2015): Natural Neural Networks, in: NIPS'15 Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems – Volume 2: 2071-2079.

Flasiński, Mariusz (2016): Introduction to Artificial Intelligence. Basel: Springer International Publishing.

Fujii, Hidemichi and Shunsuke Managi (2018): Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: A global patent analysis, in: Economic Analysis and Policy, 58: 60-69.

Goldberg, David E. and John H. Holland (1988): Genetic Algorithms and Machine Learning, in: Machine Learning, 3/2-3: 95-99.

Hatmaker, Taylor (27 October 2017): Saudi Arabia bestows citizenship on a robot named Sophia, in: Techcrunch, <https://techcrunch.com/2017/10/26/saudi-arabia-robot-citizen-sophia/?ncid=rss> (30 July 2018).

Hofstadter, Douglas (1979): Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid. New York: Basic Books.

Holley, Peter (29 January 2015): Bill Gates on dangers of artificial intelligence: 'I don't understand why some people are not concerned', in: The Washington Post,

<https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2015/01/28/bill-gates-on-dangers-of-artificial-intelligence-dont-understand-why-some-people-are-not-concerned/> (30 July 2018).

Josselson, Harry H. (1971): Automatic Translation of Language Since 1960: A Linguist's View, in: *Advances in Computers*, 11: 1-58.

Martens, Henrik H. (1959): Two Notes on Machine "Learning", in *Information and Control*, 2/4: 364-379.

McCarthy, John, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester and Claude Shannon (1955): A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (30 July 2018).

McCorduck, Pamela (2004): *Machines Who Think. A Personal Inquiry into the History of Prospects of Artificial Intelligence*. Natick, MA: A K Peters.

Poole, David, Alan Mackworth and Randy Goebel (1998): *Computational Intelligence: A Logical Approach*. New York: Oxford University Press.

Puppe, Frank (1993): *Systematic Introduction to Expert Systems. Knowledge Representations and Problem-Solving Methods*. Berlin: Springer-Verlag.

Rajaraman V, (2014): John McCarthy – Father of Artificial Intelligence, in: *Resonance – Journal of Science Education*, 19/3: 198-207.

T. Capes, P. Coles, A. Conkie, L. Golipour, A. Hadjitarkhani, Q. Hu, N. Huddleston, M. Hunt, J. Li, M. Neeracher, K. Prahallad, T. Raitio, R. Rasipuram, G. Townsend, B. Williamson, D. Winarsky, Z. Wu, H. Zhang (2017): Siri On-Device Deep Learning-Guided Unit Selection Text-to-Speech System, in: *Interspeech*: 4011-4015.

Zuverlässig fehlerhaft - Zu Künstlichen Intelligenzen im Science-Fiction-Film

„We are all, by any practical definition of the words, foolproof and incapable of error“, verkündet HAL, der Superrechner in Stanley Kubricks 2001: A SPACE ODYSSEY (US/GB 1968), selbstbewusst. Doch wenn sich eine allgemeine Aussage über die Darstellung von KIs im Film treffen lässt, dann, dass diese ganz im Gegenteil äusserst fehleranfällig sind und sich allzu oft den Anweisungen ihrer Benutzer widersetzen. HAL, dessen rotes Kameraauge längst ikonischen Status erlangt hat, ist dafür das beste Beispiel. Kurz nach der stolzen Erklärung, dass die Geräte der HAL-9000-Baureihe noch nie einen Fehler produziert hätten, macht er sich daran, die gesamte Besatzung des Raumschiffs Discovery zu töten.

HAL ist wahrscheinlich das berühmteste Beispiel für eine künstliche Intelligenz im Film. Aber obwohl Kubrick und sein Co-Autor, der Science-Fiction-Schriftsteller Arthur C. Clarke, grossen Wert auf wissenschaftliche Genauigkeit legten und sich Rat bei Wissenschaftlern holten, um die Welt des Jahres 2001 möglichst genau zu antizipieren, hat ihr Supercomputer doch relativ wenig mit dem zu tun, was die Forschung heute unter KI versteht. Das beginnt damit, dass Ende der 1960er-Jahre niemand voraussah, welche Rolle grafische Benutzeroberflächen dereinst bei der Bedienung von Computern spielen würden, und endet mit HALs Fähigkeiten. Die Interaktion mit ihm erfolgt in 2001 ausschliesslich über Sprache; für die Experten, welche die Filmemacher berieten, stand ausser Frage, dass die Technik zur Jahrtausendwende dafür genug weit sein würde. Heute, knapp 20 Jahre später, können wir Siri zwar einfache mündliche Aufträge erteilen, von HALs Konversationskünsten sind die Programmierer im Silicon Valley aber noch ein gutes Stück entfernt. Weitaus weniger sicher war sich der Schachliebhaber Kubrick dagegen, wie plausibel eine Szene ist, in der HAL den Astronauten Frank Poole in einer Schachpartie besiegt. Würde eine Maschine je in der Lage sein, einen Menschen im Spiel der Könige zu schlagen? Seit Garri Kasparow 1996 Deep Blue unterlag, herrscht hier Klarheit.

Dass Science-Fiction-Filme (und -Romane) in ihren Voraussagen oft daneben liegen, kann nicht überraschen, sondern ist vielmehr Teil des Geschäfts. Ohnehin ist es ein Missverständnis, wenn man Sinn und Zweck des Genres in der möglichst akkuraten Darstellung der Zukunft sieht. Als Prognostik taugt die Science Fiction wenig, ihr Thema ist – und darin unterscheidet sie sich nicht von den meisten anderen Kunstformen – die Gegenwart. Die Zukunft der Science Fiction ist immer das zugespitzte Jetzt.

Wie sehr die Science Fiction der Gegenwart verhaftet ist, wird im Film besonders augenfällig. Denn um ihre Neuerungen – in der Science-Fiction-Forschung spricht man von Nova – darzustellen, orientiert sich das Genre zwangsläufig am aktuellen Stand der Technik. Oder genauer: An deren Aussehen. Wichtiger als die Funktionsweise eines Raumschiffs, einer Zeitmaschine oder eben einer künstlichen Intelligenz ist deren Erscheinung. Damit ein Novum als technisches Gerät erscheint, das mit den Naturgesetzen, wie wir sie kennen, in Einklang steht, bedient sich die Science Fiction einer technizistischen Ästhetik. Sie nimmt aktuelle Vorstellungen, wie Maschine, technische Geräte und naturwissenschaftliche Verfahren aussehend, und spinnt diese weiter.

Betrachtet man die zahlreichen KIs und Roboter der Filmgeschichte (die beiden Motive lassen sich oft nicht trennscharf unterscheiden), zeigt sich deutlich, wie stark deren Aussehen den jeweils herrschenden ästhetischen Vorstellungen folgt. Ist der Maschinenmensch in Fritz Langs früherer Dystopie METROPOLIS (DE 1927) offensichtlich von Art déco und Futurismus beeinflusst, so erinnert der knuddelige Robby in FORBIDDEN PLANET (Fred M. Wilcox, US 1956) eher an eine übergrosse Registrierkasse – inklusive gut hörbarer Relais-Schaltungen. Samantha wiederum, das ausschliesslich über Spracheingabe zu bedienende Betriebssystem in Spike Jonzes HER (US 2013), ist gewissermassen die superintelligente – und dank der Stimme Scarlett Johanssons auch erotischere – Schwester Siris.

Dass sich KIs schon lange, bevor wir Menschen uns mit fehlerhafter Software, Viren und Trojanern rumschlagen mussten, oft nicht so verhielten wie von ihren Erbauern vorgesehen, hat primär

dramaturgische Gründe. Geschichten brauchen Konflikte, und wenn in einem Film einem Supercomputer eine tragende Rolle zukommt, muss er auch erzählerisch etwas hergeben. Freilich gibt es auch KIs, die brav ihren Dienst verrichten. Deren Funktion für den Plot unterscheidet sich aber nicht gross von der eines Revolvers in einem Western oder eines Autos in einer Verfolgungsjagd; sie sind Vehikel, Werkzeuge, aber keine Handlungsträger.

Bei einem Rundgang durch die Filmgeschichte wird jedoch noch etwas anderes deutlich: KIs machen eine Entwicklung durch, werden zusehends autonomer und menschenähnlicher, und ihre Gefährlichkeit nimmt zu, je unabhängiger sie werden.

Langs Maschinenmensch, aber auch Robby oder der riesige Gort aus *THE DAY THE EARTH STOOD STILL* (Robert Wise, US 1951) sind noch rein dienende Geschöpfe. Gort verfügt zwar über eine Laserwaffe und ist praktisch unzerstörbar, während Robby 188 Sprachen beherrscht und zudem jedes Material synthetisieren kann. Beide tun aber nur, was man ihnen aufträgt. Sie sind nicht autonom, haben keinen eigenen Willen, und werden nur dann gefährlich, wenn sie von jemandem mit finsternen Absichten kontrolliert werden. Ähnliches gilt auch für die unterschiedlichen Inkarnationen des Terminators. Die verschiedenen Modelle des Killer-Roboters handeln jeweils nur im Rahmen ihres jeweiligen Auftrags autonom. Sie können sich diesem aber nicht verweigern.

Ab Ende der 1960er-Jahre werden künstliche Intelligenzen zusehends unabhängig, und praktisch von diesem Moment an, als die Maschinen frei entscheiden können, kommt es auch zu ernststen Problemen. Eine ungeschriebene Regel vieler Science-Fiction-Filme lautet, dass sich KIs aber einer gewissen Intelligenzstufe über den Menschen erheben und diesen als Störung und Hindernis empfinden. Nicht immer muss dies tödlich enden. So erweist sich der Supercomputer Colossus, der in *COLOSSUS: THE FORBIN PROJECT* (Joseph Sargent, US 1970) das US-Atomwaffenarsenal kontrolliert, als weiser als seine Konstrukteure. Kaum in Betrieb genommen, entdeckt Colossus, dass die Sowjetunion mit Guardian ein vergleichbares Gerät im Einsatz hat. Aber anstatt mit diesem auf Konfrontation zu gehen, tun sich Colossus und Guardian nach ersten Annäherungen zusammen und beschliessen, die Weltherrschaft zu übernehmen. Da sie gemeinsam alle Atomwaffen unter Kontrolle haben, können sie einen globalen Frieden erzwingen. Ähnlich wie etwas mehr als ein Jahrzehnt später Joshua in *WARGAMES* (John Badham, US 1983) erkennen die Maschinen die Absurdität der nuklearen Abschreckung und ziehen die einzig logische Konsequenz aus ihrem Auftrag, die Menschen zu beschützen: sie beenden den irrationalen Konflikt.

Derartige benevolente KIs stellen aber die Minderheit dar. Autonome Supercomputer werden im Film mehrheitlich zur Bedrohung. Und wenn sie nicht auf die Vernichtung der Menschheit aus sind, so wollen viele von ihnen zumindest ihre Unabhängigkeit noch vergrössern und in gewissem Sinne menschlicher werden. Ein besonders apartes Beispiel ist Proteus, der sich in *DEMON SEED* (Donald Cammell, US 1977) der Haushaltselektronik bemächtigt, die Hausherrin einsperrt und mit ihr gegen ihren Willen ein Kind zeugt.

Beispiele wie *DEMON SEED* zeigen deutlich, wie weit die Fiktion hier von der Realität entfernt ist. Mit autonomen Systemen, wie sie die KI-Forschung kennt, hat Proteus nichts zu tun. Science-Fiction-Filme verhandeln in den seltensten Fällen die tatsächlichen oder möglichen Folgen der Entwicklungen auf dem Gebiet der KI. Computer- und Robotertechnik dienen vielmehr als Motiv-Lieferanten, um andere Fragen – Fragen über uns Menschen und die Welt, in der wir leben – zu thematisieren.

Dass Filme über KIs am Ende auch nur Filme über Menschen sind, wird ab Mitte der 1980er-Jahre besonders deutlich, als vermehrt Maschinen auftreten, die sich ihrer selbst bewusst und zu Emotionen fähig sind. Ein Schlüsselwerk stellt diesbezüglich Ridley Scotts *BLADE RUNNER* (US 1982) dar, in dem ein tougher Cop Jagd auf hoch entwickelte Androiden macht und schliesslich feststellen muss, dass

diese humaner handeln als ihre Erschaffer. Die Frage, was den Mensch zum Menschen macht, wird damit zu einem zentralen Thema, das in der Folge in unzähligen Varianten durchgespielt wird. Auch neuere Filme wie Alex Garlands EX MACHINA (GB 2015), der eine Art besonders avancierter Turing-Test inszeniert, stehen deutlich in dieser Tradition.

Wie sich das Motiv im Film weiterentwickeln wird, ist nicht abzusehen. Was sich mit einiger Zuversicht sagen lässt, ist aber, dass filmische KIs auch in Zukunft allerhand produktive Fehler produzieren werden.

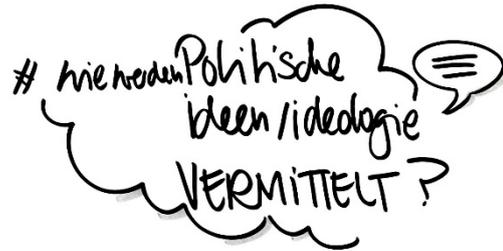
Simon Spiegel forscht und lehrt an der Universität Zürich und ist Privatdozent an der Universität Bayreuth. Vergangenes Jahr ist Bilder einer besseren Welt, sein Grundlagenwerk zur Utopie im Dokumentar und Propagandafilm bei Schüren erschienen.

«Algorithmisierung – ein Problem für die Demokratie?»

„In the mass media era, representations drew their power from their visibility. But in the digital era, representations of the world live in databases too, invisible to most human beings, though transparent to algorithms. [...] [They] are the building blocks of the new media-technology order. Not bits—algorithms.“ (ebd.:)

Fred Turner – The world outside and the pictures in our networks, 253ff.

Für die Demokratisierung des Computers spielte die technologische Entwicklung des Graphical User Interfaces eine fundamentale Rolle. Durch das GUI erlangte der Computer eine, wie dies der Kulturwissenschaftler Nishant Shah ausdrückt, «sichtbare und spielzeugartige Gegenwärtigkeit», welche «die unheimliche Maschine in einen netten Begleiter» transformierte (2017: 245). Innerhalb weniger Jahrzehnte avancierten dann die Bildschirme unserer PCs und Laptops, unsere Smartphones und Macbooks, unaufhaltsam zu jener dominanten Schnittstelle der Gegenwart, welche «die mystifizierte Welt der Datenverarbeitung mit der irrationalen Welt menschlicher Intention» zusammenführt (ebd.). Hinter der spielerischen Fassade der GUIs bleibt das Digitale allerdings nach wie vor vielschichtig und vielfach undurchsichtig. Was genau verbirgt sich hinter der Black Box «Interface»? Und was passiert «dort» mit Blick auf die Vermittlung demokratischer Öffentlichkeit?



Automatisierung und digitale Maschinen

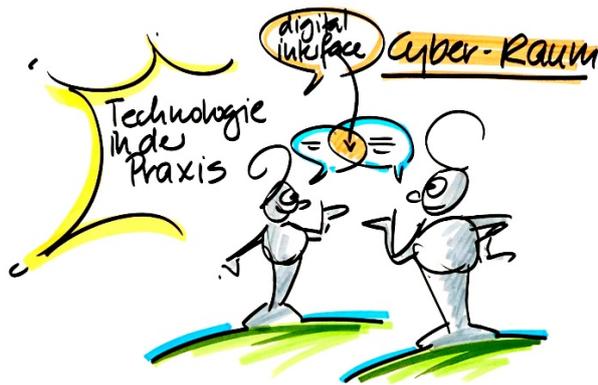
Wie die Schweizer Soziologin Bettina Heintz in ihrer Arbeit zum Ursprung digitaler Algorithmen zeigt, sind unsere heutigen Computer letztlich jeweils Realisierungen ein und derselben symbolischen Maschine: der Turingmaschine. Bei dieser «universal machine», wie Alan Turing sie selbst nannte (1970: 7), handelt es sich allerdings um keine Maschine im mechanischen Sinne. Der britische Mathematiker und Informatiker entwarf keine Bauanleitung oder ähnliches. Sie war vielmehr ein mathematisches Modell, das er 1936 einführte, um den Begriff des Algorithmus zu präzisieren. Dabei stellte er sich folgende Frage: Was tut ein Mensch, der einer Vorschrift folgt? Seine Antwort: Der Mensch handelt Schritt für Schritt, ohne zu denken – wie eine Maschine. Aufbauend auf dieser Einsicht reduzierte Turing in seinen Modellen die menschlichen Computer auf regelbefolgende Apparate, die automatisiert jeden Input durchrechnen, den sie erhalten.

Seine Rede von «menschlichen» Rechenmaschinen verweist dabei keineswegs darauf, dass Turing die Computertechnologie von Menschenhand gemacht sah, sondern er bezog sich auf die Tatsache, dass «Computer» ursprünglich eine Bezeichnung für eine Berufsgruppe war. Gemeint waren die – meist weiblichen – «Rechner, die von Hand rein mechanische Zahlenarbeit» leisteten“ (Heintz 1993: 231). Im Anschluss an die entsprechende Verkürzung der Leistungsfähigkeit dieser arbeitenden Menschen argumentierte Turing, dass man sich eine universale Maschine vorstellen könne, die im Prinzip genauso vorgehe und zu den gleichen Leistungen fähig sei: einer präzisen Regel folgen – automatisiert. Diese Analogie war der gedankliche Geburtsmoment unsere digitalen Maschinen. Computergesteuerte Automatisierung, d. h. die maschinelle Manipulation von Daten ohne menschliches Zutun, bildet heute einer der wesentlichen Prozesse, die im Hintergrund unserer Interfaces ablaufen. Gemäss diesem Prinzip transportieren z. B. Algorithmen unentwegt polarisierende

Inhalte auf unsere Bildschirme: Fake News, Rassismus, Rechtspopulismus, Sexismus – ohne menschliches Zutun, automatisiert.

Algorithmen – wirkmächtige Akteure im Cyber-Raum

Im Kontext sozialer Medien wie Facebook etwa sind es dann die Algorithmen, die in der Interaktion mit menschlichen Nutzer*innen festlegen, welche politischen Inhalte wie lange auf dem Interface eines Smartphones erscheinen dürfen oder welche Politiker*innen von potentiellen Wähler*innen wie umfangreich gehört werden können (vgl. Kunzelmann 2017). Rein technisch lässt sich ein Algorithmus als ein Verfahren beschreiben,



«...das in einer endlichen Anzahl von elementaren Operationsschritten, deren Abfolge im Voraus in einer endlich langen Beschreibung eindeutig festgelegt ist, die Lösung eines (mathematischen) Problems erlaubt.» (Heintz 1993: 72)

Betrachten wir den Programmcode der entsprechenden Operationsschritte allerdings nicht nur als formale Abbildungsvorschriften, sondern als Teil einer alltäglichen Technologiepraxis, lässt sich ein entscheidender

Perspektivwechsel vollziehen. Algorithmen lassen sich so nicht nur als Zeichen und Zahlen ausdrücken, sie sind darüber hinaus auch konstitutive Elemente unserer gegenwärtigen Kommunikationskultur. Als solche sind sie unmittelbar daran beteiligt, diverse soziale, ökonomische und politische Werte zu produzieren. Für ein Technologieunternehmen wie Facebook erfüllen Algorithmen formal die Funktion eines «Gatekeepers». Sie rechnen die schier unendliche Menge jener Ereignisse, welche die Menschen mithilfe ihrer digitalen Endgeräte dokumentieren, auf eine begrenzte Fläche der Darstellung herunter: auf ein individuelles GUI eines Users oder einer Userin. Grafiken, Texte und Fotos landen also nicht per Zufall auf unseren Bildschirmen. In ihrer Vermittlung ist ein technisches Verfahren zwischengeschaltet: ein Algorithmus.

Die Lösung des (mathematischen) Problems, d. h. die Rechenoperationen, die diese Verfahren für Technologieunternehmen durchführen, bleiben für uns Mediennutzende unsichtbar. Worauf wir als Staatsbürger*innen oder potentielle Wähler*innen oftmals hochemotional reagieren – man denke etwa an das Überwachungsvideo der gewaltsamen Festnahme des Afroamerikaners George Floyd in den USA im Mai 2020 –, ist also immer auch das Resultat einer konkreten mathematischen Operation, deren Logik wir nicht direkt wahrnehmen können. Dass Algorithmen dabei weitgehend im Verborgenen agieren, ist ebenfalls kein Zufall. Abgesehen davon, dass ohnehin nur relativ wenige Menschen die hochkomplexen Rechenvorgänge verstehen, müssen sie als Geschäftsgeheimnisse zwangsläufig unter Verschluss gehalten werden. Sie generieren Profit. «Algorithms», so beschreibt es der an Stanford University forschende Kommunikationswissenschaftler Fred Turner, «serve discrete ends and therefore render their creators invisible» (2014: 253). Die Glaubwürdigkeit der entsprechenden Geschäftsmodelle wiederum hängt weitgehend von der Aufrechterhaltung einer «Legende algorithmischer Objektivität» ab (Roberge/Seyfert 2017: 24). Es handelt sich um das grosse Versprechen einer mechanischen Neutralität, die fern ab von der Intervention durch menschliche Hände operiert: pure, reine, zauberhafte Mathematik (vgl. Gillespie 2014: 181). Diese Behauptung der Technologieunternehmen, dass ihre Algorithmen hinter der Black Box «Interface» als unabhängige Instanzen fungieren, greift allerdings zu kurz. Aus kulturanthropologischer Perspektive sollten wir Algorithmen vielmehr als wirkmächtige Akteure im Cyber-Raum verstehen, d. h. als von

Menschenhand gemachte Computer, deren Rechenleistung eben auch etwas Kollektives mitverantwortet: die Vermittlung von Politik. Warum aber könnte die algorithmisierte Form der Öffentlichkeit sozialer Medien ein Problem für unsere Demokratie darstellen? Zur Veranschaulichung, ein Blick in die Vergangenheit.

Es war einmal... – der synchrone Konsum von Massenmedien

Im folgenden Zitat beschreibt Benedict Anderson die gemeinschaftsstiftende Wirkung, die beispielsweise durch das kollektive Lesen einer Tageszeitung entsteht und die sich über den gleichzeitig stattfindenden Konsum ihrer Inhalte in modernen Nationalstaaten entfalten konnte. Den konkreten Mechanismus, den der Politikwissenschaftler dabei identifiziert und mit dessen Hilfe sich die Veränderungen heutiger, algorithmisierte Medienlandschaften verstehen lassen, könnte man als die Synchronität des Symbolischen bezeichnen. Anderson selbst vergleicht die Wirkung dieses Mechanismus mit einer Form der Masseneremonie:

«Sie wird in zurückgezogener Privatheit vollzogen, [...] aber jedem Leser ist bewußt, daß seine Zeremonie gleichzeitig von Tausenden (oder Millionen) anderer vollzogen wird, von deren Existenz er überzeugt ist, von deren Identität er jedoch keine Ahnung hat. Darüber hinaus wird diese Zeremonie unablässig über das ganze Jahr hinweg in täglichen oder halbtäglichen Intervallen wiederholt. [...] Indem der Zeitungsleser beobachtet, wie exakte Duplikate seiner Zeitung in der U-Bahn, beim Friseur, in seiner Nachbarschaft konsumiert werden, erhält er ununterbrochen die Gewißheit, daß die vorgestellte Welt sichtbar im Alltagsleben verwurzelt ist. [...] [So] sickert die Fiktion leise und stetig in die Wirklichkeit ein und erzeugt dabei jenes bemerkenswerte Vertrauen in eine anonyme Gemeinschaft, welches das ursprüngliche Kennzeichen moderner Nationen ist.» (2005: 41f.)

Folgt man Andersons Argument, kommt man zu dem Schluss, dass medientechnische Neuerungen – zu denen definitiv auch die gegenwärtige Algorithmisierung sozialer Medien zu zählen ist – stets den Spielraum von Politik transformieren. Im Kontext seiner historischen Analysen bedrohten entsprechende Neuerungen die bis dahin stabilen Sakralkulturen des Christentums, des Ummah-Islams und den Konfuzianismus. Die Verbreitung neuer Gedanken mittels neuer Medien führte so schließlich zur Formierung moderner, nationalstaatlich verfasster Gesellschaften. Möglich wurde dies vor allem mit Hilfe des Druckgewerbes, da es das Potenzial enthielt, «Sinn, Macht und Zeit» auf eine neue Art und Weise «miteinander zu verbinden» (ebd.). Der synchronisierende Konsum von symbolischen Produkten, die das Druckgewerbe in der Folge massenhaft produzierte – von Literatur über Kartenmaterial bis hin zu Briefköpfen mit nationalen Symboliken –, erzeugte jenen gemeinschaftsstiftenden Effekt, der im obigen Zitat beschrieben wird. Heute lesen Menschen zwar nach wie vor etwas zeitgleich von einem



Medium ab, nur ist der auf ihren Bildschirmen angezeigte Inhalt meist vollständig individualisiert und damit verschieden. Die Rückbestätigung, dass eine gemeinsam vorgestellte Welt sichtbar im Alltagsleben verwurzelt ist, entfällt. An die Stelle der von Anderson beschriebenen Wirkung tritt ein gänzlich anders getakteter Medienkonsum: menschliche Kommunikation via soziale Medien erfolgt zunehmend asynchron.

Mediale Asynchronität und fragmentierte Öffentlichkeit(en)

Auf Facebook etwa ist Medienkonsum in dem Sinne asynchron, als dass dort derselbe Inhalt zwar auf zahllosen Timelines auftauchen kann, die Nutzer*innen der entsprechenden Konten durch einen Algorithmus aber auf diesen Inhalt zu einem jeweils anderen Zeitpunkt aufmerksam gemacht werden. Mediale vermittelte Inhalte stehen auf unterschiedlichen Interfaces also durchaus weiterhin in einem empirischen Zusammenhang zueinander, mit dem wichtigen Unterschied, dass sie nun nicht mehr synchron erlebt bzw. rezipiert werden. Dies bedeutet, dass via soziale Medien zwar nach wie vor politisch mobilisiert wird, d. h. Menschen gehen auch im Jahr 2020 für ihre Sache auf die Strasse, allerdings findet diese Mobilisierung gemäss der Gesetzmässigkeiten eines algorithmisierten «Marktes der Einzelnen» statt (vgl. Introna 2017: 59). Das milliardenfache Aufsplitten der Nutzer*innen in ihre einzelnen, indexierbaren Interaktionsakte, das z. B. dem Geschäftsmodell des US amerikanischen Technologieunternehmens Facebook zugrunde liegt, wäre ohne Algorithmen undenkbar. Allerdings lösen die entsprechenden Algorithmen keineswegs rein mathematische Probleme, wenn sie das Verhalten von Individuen berechenbar machen und diesen Menschen – vorgeblich neutral – passgenaue Inhalte vermitteln. Würde man aus der Vogelperspektive auf jene mediale Landschaft blicken, die Facebook mit seinen Algorithmen weltweit erzeugt, sähe man Milliarden von Bildschirmen, auf denen milliardenfach im selben Moment jeweils unterschiedliche Inhalte erscheinen.



Öffentlichkeit zerfällt auf sozialen Medien in eine unbeschreibliche Vielzahl von Mikro-Öffentlichkeiten: in eine Art politisches Rauschen, das digitale Maschinen unaufhörlich und stets neu berechnen. Jedes größere Bild einer vorgestellten Gemeinschaft, das sich in solchen Medienräumen ergeben könnte, zerfällt sofort wieder in eine Vielzahl symbolischer Fragmente. Diese gegenwärtig stattfindende Form gesellschaftlicher Fragmentierung wird in

der Politikwissenschaft als Siegeszug der «Identitätspolitik» reflektiert und zunehmend auch problematisiert (vgl. Fukuyama 2018). Für Entscheidungsträger*innen stellt sich hier die unausweichliche Frage, welche sozialen, ökonomischen oder politischen Konsequenzen die Transformation eines der wesentlichen Strukturprinzipien demokratischer Öffentlichkeit für ihre jeweiligen Felder und Tätigkeiten mit sich bringt.

Herausforderungen digital-demokratischer Partizipation

Selbst wenn soziale Medien in den seltensten Fällen die Ursache für eskalierende politische Auseinandersetzungen darstellen, sind sie häufig ein entscheidender «Amplifikator sozialer Dynamiken» (vgl. Kunzelmann 2020: 303f.). Ihre Automatisierung und Algorithmisierung reproduzieren die selektive Wahrnehmung von Konfliktparteien, sie befeuern das bewusste Abgrenzen gegenüber den Ideen anderer Gemeinschaften und sie zementieren die politische Polarisierung. Aus der in diesem Essay skizzierten Perspektive heraus stellt die eingangs erwähnte Demokratisierung der Computer also ein potentielles Eintrittstor zu einer zerstörerischen Form politischer Partizipation dar. Die Wirkmacht, die Algorithmen als Akteure im Cyber-Raum innewohnt, macht Technologieunternehmen wie Facebook somit auch in einem politischen Sinne mitverantwortlich für entsprechend negative Effekte. Ihr Programmcode repräsentiert keine abstrakten Zahlen und Zeichen. Ihr Code ist Gesetz (vgl. Lessig 2006). Allerdings – und hier fängt der genuine Spielraum der Politik an – lassen sich von Menschenhand gemachte Regeln eben nicht nur stur befolgen, sie lassen sich auch umschreiben, so dass die entsprechende Ausführung der jeweiligen

Vorschriften durch digitale Maschinen eine weniger toxische Form von Öffentlichkeit erzeugt. In einem ersten Schritt ist es aber notwendig, überhaupt ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass hinter dem Schleier unserer Graphical User Interfaces mehr als nur Mathematik passiert. Dies erscheint deshalb dringend geboten, weil Menschen sich bereits heute schon in unzähligen Cyber-Räumen bewegen und dort mit Algorithmen interagieren. Wir müssen uns folglich auch nicht «vorbereiten» auf die Digitalisierung, wie dies immer wieder gefordert wird, sondern wir müssen sie anders denken.

Dr. Daniel Kunzelmann

Literatur:

Anderson, Benedict (2005). Die Erfindung der Nation. Frankfurt a. M.

Dietzsch, Ina & Kunzelmann, Daniel (2017). Kartieren und rechnende Räume. Zur Digitalisierung einer Kulturtechnik. In Gertraud Koch (Hrsg.), Digitalisierung. Theorien und Konzepte für die empirische Kulturforschung (Kulturwissenschaft, S. 283–308). Konstanz.

Fukuyama, Francis (2018). Against identity politics: the new tribalism and the crisis of democracy. Foreign Affairs, 97 (5), 90-114.

Gillespie, Tarleton (2014). The relevance of algorithms. In Tarleton Gillespie, Pablo Bockowski & Kirsten Foot (Hrsg.), Media technologies. Essays on communication, materiality, and society (S. 167–195). Cambridge.

Heintz, Bettina (1993). Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt a. M.

Introna, Lucas D. (2017). Die algorithmische Choreographie des beeindruckbaren Subjekts. In Robert Seyfert & Jonathan Roberge (Hrsg.), Algorithmenkulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit (Kulturen der Gesellschaft, S. 41–74). Bielefeld.

Kunzelmann, Daniel (2017). Hinter den Bildern: Algorithmen – die unsichtbare Macht in unseren Köpfen. In Walter Leimgruber, Konrad Kuhn & Katrin Sonntag (Hrsg.), Lebenskunst. Erkundungen zu Biographie, Lebenswelt und Erinnerung (S. 528–539). Festschrift für Jacques Picard. Wien.

Kunzelmann, D. (2020): «Zwischen den Menschen das Medium. Eine Ethnographie über die Digitalisierung zivilgesellschaftlicher Protestformen im Spanien der (Nach-)Krisenjahre. Murcia, 2013-2015». Dissertationsschrift.

Lessig, Lawrence (2006). Code and other laws of cyberspace. Version 2.0. New York.

Roberge, Jonathan & Seyfert, Robert (2017). Was sind Algorithmenkulturen? In Robert Seyfert & Jonathan Roberge (Hrsg.), Algorithmenkulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit (Kulturen der Gesellschaft, S. 7–40). Bielefeld.

Shah, Nishant (2017). Von der Userschnittstelle zur Schnittstelle ohne User. In Gertraud Koch (Hrsg.), Digitalisierung. Theorien und Konzepte für die empirische Kulturforschung (Kulturwissenschaft, S. 243–266). Konstanz.

Turing, Alan (1970). Intelligent Machinery. In Bernhard Meltzer & Donald Michie (Hrsg.), Machine Intelligence (S. 3–23). New York.

Turner, Fred (2014). The world outside and the pictures in our networks. In Tarleton Gillespie, Pablo Bockowski & Kirsten Foot (Hrsg.), Media technologies. Essays on communication, materiality, and society (S. 251–260). Cambridge.