

[Wolfgang Ernst: SCHRIFTEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

KONVOLUT "RADIKAL MEDIENARCHÄOLOGISCHE ERDUNG VON 'KÜNSTLICHER INTELLIGENZ', SOWIE TECHNIKNAHE ANTWORTEN AUF DIE METAPHYSIK DES 'DEEP' MACHINE LEARNING"

[bislang unpublizierte, indes weitgehend redigierte Themenblöcke, teilweise resultierend aus vormaliger Vortrags- und Vorlesungsskripten]

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

TURING(MENSCH)MASCHINEN

- (Künstliche) *intelligence* mit "Turing" - aber *als Maschine*
- Turing als Op(f)er und als Maschine: Automatismen statt Narrativ
- Ein tatsächliches Entscheidungsproblem
- KI und "Bewußtsein"

DER TECHNOLOGOS KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

- Optisch-akusmatischer Auftakt
 - "Audioneuronen[medien]theater" (Tim Otto Roth)
 - Exkurs zur Ausstellung "AI: Artificial Intelligence" (CCCB)
Kehrt nun doch noch das "Imaginäre" (Lacan) in die bislang lediglich symbolverarbeitende Maschine ein?
KI als "soziales Medium"
Kulturarchäologische Hintergründe von "AI"
Von der symbolischen Maschine zur subsymbolischen AI
Die konkreten Mechanismen der AI
Exkurs zur Regelung des Einsatzes von KI / ML von Seiten der EU
 - Technische neuronale Netze im / als Analogcomputing
 - Medienarchäologischer Fokus auf der "Künstlichkeit" neuronaler Netze
 - Positionierung techniknaher Medienwissenschaft gegenüber KI / ML
 - KI-generierte Videos: Aufklärung über "Lumiere"
 - Für eine Mikroanalyse Künstlicher Neuronaler Netze
 - Zur Unsäglichkeit des Technologos der 'Künstlichen Intelligenz'
 - Techniknahe Antworten auf die Metaphysik von "Deep" Machine Learning
 - Wo finden KI und das "Deep" Machine Learning wirklich statt?
 - Verkörperungen des Logos in Lebewesen, und in der Maschine
 - Die Hardware der KI: Computergraphik und *transputing*
 - Rekursionen der "Künstlichen Intelligenz"
 - Die Differenz, welche Technik macht
 - Machinelles Lernen: Jenseits der Digital Humanities?
 - Verfehlt techniknahe Medienwissenschaft das neue (Un)Wesen von Machine Learning?
 - Exkurs: "Künstliche" neuronale Netze*
-

- "Superintelligenz", und die Selbstabschaffung des humanen (anthropo-)Logos
-

GRUNDANLIEGEN DER MEDIENARCHÄOLOGIE GEGENÜBER KÜNSTLICHER INTELLIGENZ (KI) UND MACHINE LEARNING (ML)

- Zum "medienarchäologischen Blick" auf KI und ML
- (Medien-)Techniktheater in Zeiten von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning
- Zur Herausforderung mikrochip- und platinennaher Technikanalyse durch KI / ML
- Liegt die Wahrheit von KI / ML in ihren *Daimonstrationen* selbst?

EIN MEDIENARCHÄOLOGISCHER IMPERATIV: "XAI"

- "Black Box" der KI oder XAI?
-
- Medienarchäologischer Fokus auf XAI
 - Lectron-Baukasten Neurophysiologie
 - Eine Blackbox?
 - XAI, *understanding* und Abduktion
 - "Obvious"? Zur Durchschaubarkeit eines KI-generierten Portraits
 - Skripte, Literatur und Künstliche Intelligenz
 - Am Ende: *machine-XAI*

ZUR JANUSKÖPFIGEN ARCHÉ VON KI / ML (Begründung und Grundlagen)

- "Neuronen", und die Metaphorizität der KI / ML-Terminologie
- Zeichenerkennung
- *Pattern recognition as intelligence*
- Massive Parallelität
- Lässt sich KI / ML noch auf grundlegende technologische Prinzipien (*archai*) reduzieren?
- Neuronale Netze "ausbremsen"

PROGRAMMIERUNG

- Sind die technischen Aprioris, oder die mathematischen Modelle die Protagonisten von KI?
- Techno-logische "Tiefenbohrung": Stable Diffusion
- "Prompts": mit KI jenseits der Programmierung von ML?

ÄSTHETIK DER GANs

- General Adversarial Networks als logische Form der innertechnischen Kritik
- Eine neue Version "generativer Ästhetik": GANs und / oder "soft thought"
- Die künstl(er)i(s)chen "Fehler" von KI / ML
- "Fehlfunktionen" als Artikulation des *Technológos*

FLEISCHLICHE UND TECHNISCHE VERKÖRPERUNGEN

- *Embodied mind* vs. entweltlichte symbolische KI?

- Das korpor(e)ale Defizit von KI / ML, und deren andere "Inkarnation"
- "Inkarnationen" von KI / ML
- Die soziokulturelle Wissensdimension - Mangel oder Chance für KI / ML?
- Beethovens "10. Sinfonie": KI und / oder gelebte Kontingenz
- Das "uncanny valley" in der menschenseitigen Wahrnehmung von KI

=====

TURING(MENSCH)MASCHINEN

(Künstliche) *intelligence* mit "Turing" - aber als *Maschine*

Die Artikel und Einträge zum Begriffsfeld des maschinellen Lernens beziehen sich im Lexikon Kybernetische Pädagogik noch in einem archaischen Sinne auf Lehrmaschinen. Hier wird die Funktion der Wissensvermittlung von Seiten eines menschlichen Lehrers durch einen Algorithmus namens Lehrprogramm ersetzt. Pikanterweise folgt auf den Eintrag "Instruktion, Programmierte"¹ der Eintrag "Intelligenz", deren Definition als Erwerb "'geistiger'" Fähigkeiten" in Anführungszeichen gesetzt ist. Vor allem aber wird Intelligenz hier als messbar definiert - was im Umkehrschluß ihre Überführbarkeit in Maschinenfunktionen induziert.² Im Schwerpunkt "Digitales [besser: algorithmisches] Wissensmanagement in Studium und Lehre" am Institut für Erziehungswissenschaften der HUB klingt dieses kybernetische Wissensverständnis noch fort.

Medienarchäologische Analyse achtet darauf, wann Begriffe, die zunächst noch in Anführungszeichen gesetzt werden, die dann aber fortfallen, von Metaphern zu Behauptungen einer tatsächlichen Äquivalenz werden, beginnend mit dem Begriff der "Intelligenz" selbst. Als Sigmund Freud vom "psychischen Apparat" schrieb, geschah dies ohne Anführungsstriche, und in dessen psychoanalytischem Erbe begreift auch Jacques Lacan das Unbewußte als Mechanismus der symbolischen Ordnung.

Gleich zu Beginn seines klassischen Aufsatzes über "Computing Machinery and Intelligence" (1950) schlägt Alan M. Turing eine Klärung der Begriffe "Maschine" und "Denken" vor. Tatsächlich ist es die primäre Aufgabe aller (geistes-)wissenschaftlichen und medientheoretischen Reflexion die harte "Arbeit am Begriff" (Hegel), um ihnen für Momente ihre scheinbare Selbstverständlichkeit zu nehmen. Was folgt, ist in Turings Text sogleich sein notorischer Hinweis auf das "imitation game"³,

1 In: Ludwig Englert, Helmar Frank, Hans Schiefele, Herbert Stachowiak (Hg.), Lexikon der kybernetischen Pädagogik und der Programmierten Instruktion, Quickborn (Schnelle) 1966, pp. 73 f.

2 Ebd., 74 f.

3 In: Mind, Bd. 49, 433-460

wie es heute im CAPTCHA zum universalen Werkzeug der Unterscheidung von Mensch und Bot geworden ist und neuerdings intramaschinell in General Adversarial Nets am Werk ist, wo eine Generator-Netzwerk auf ein Diskriminator-Netzwerk trifft. Diese automatisierte Hermeneutik definiert die Schwelle zum "*deep learning*".⁴ Digital Computer können Turing zufolge in der Tat "mimic the actions of a human computer very closely" (Abschnitt 4) - womit in kybernetischer Ästhetik zugleich der Mensch bereits als signalverarbeitende Maschine begriffen wird. *Mimesis* aber meint keine Wesensgleichheit, sondern eine funktionale Äquivalenz (heute: Emulation).

In Schlusskapitel 7 kommt Turing dann auf "Learning Machines". "The problem is mainly one of programming" (ebd.) sowie der Prozessorleistung. Zumindest für das Kindheitsstadium vermag auch Turing schon eine Künstliche Intelligenz zu imaginieren: "Our hope is that there is so little mechanism in the child brain that something like it can be easily programmed" (ebd.) - und zwar derart, dass sich das Programm je nach Datenlage und -input selbst (um-)programmieren kann, als Vorlauf zur komplexeren Variante von Helmar Franks Begriff der "programmierten Instruktion" (s. u.). Turing erreicht hier die Grenzen zum / des Machine Learning. Was Turing die "random method" nennt (und in seiner Dissertation als "oracle machine" definiert), ist heute in künstlichen neuronalen Netzen implementiert, denn charakteristisch für GANs als spezifischer Form von Künstlicher Intelligenz ist "[...] that while programmers can set parameters, the work is actually generated by the computer program itself - referred to as a neural network - in a process which is considered by many to be similar to the thinking process of human beings"⁵.

Die Maschine ist im Herzen des Intelligenzbegriffs selbst angesiedelt: "If we give the machine program which results in its doing something interesting which we had not anticipated I should be inclined to say that the machine had originated something [...]"⁶ Der Witz der "intelligenten" Maschine liegt in ihrer heuristischen Fähigkeit, den Menschen zu überlisten. "List" aber ist der Nebensinn des altgriechischen Begriffs von *mechané*.

Hinzu kommt eine Begriffsklärung von Seiten der Übersetzer von Turings 1950er Text ins Deutsche selbst, dessen Originaltitel "Computing

4 Siehe Ian J. Goodfellow et al., Generative Adversarial Nets (2014), arXiv:1406.2662v1

5 Ajani, G. (2019): Contemporary Artificial Art and Law: Searching for an Author. Leiden/ Boston: Brill, 5

6 Alan Turing, Can digital computers think?", Typoskript eines Gesprächs, gesendet über das BBC Radio (3. Programm) am 15. Mai 1951, nachlesbar unter www.turingarchive.org/browse.php/B/5

Machinery and Intelligence"⁷ im Kursbuch von 1967 zurecht durch die Frage "Kann eine Maschine denken?" wiedergegeben wird.⁸ Intelligenz in seinem (seinerseits) Gedankenspiel des *imitation game* sei hier auf denjenigen Anteil im Menschen beschränkt, der sich auf Symbolmanipulation (denn - frei nach Charles Sanders Peirce - ist "Denken" nichts Anderes) beschränkt.

Geoffrey Hinton höchstselbst hält die komplexen Prozesse dessen, was bislang bei Immanuel Kant als Kriterium für künstlerische Kreativität galt - nämlich die "Intuition" - auch im "Deep" Machine Learning für undurchschau- und unberechenbar.⁹ Doch er ersetzt den metaphysischen Begriff immerhin durch das Modell konkreter (numerischer, damit komputierbarer) Gewichtungen von Einzelzellen in menschlichen wie künstlichen neuronalen Netzwerken, und macht diese damit kalkulierbar und als Maschine denkbar.

Turing als Op(f)er und als Maschine: Automatismen statt Narrativ

Anlässlich des 100. Geburtstags von Alan Turing im Jahr 2012 vergab das in New York ansässige American Lyric Theater den Auftrag für eine Turing-Oper an den Librettisten David Simpatico und die Komponistin Justine Chen, resultierend in einer ersten Fassung ihrer Oper *The Life and Death(s) of Alan Turing 2017*, mit einem Orchester dann 2019 in Chicago aufgeführt. Das Libretto bleibt anthropozentrisch in Kernmomenten aus Turings Biographie narrativ verstrickt; "der Plural 'Death(s)' deutete an, dass es zu seinem Ableben mehr als eine Theorie gab."¹⁰

Dieses Geschick bewegte auch den Komponisten Anno Schreier zu einer entsprechenden Oper, dessen Libretto der Nürnberger Dramaturg Georg Holzer verfaßte.

7 Alan M. Turing, Computing Machinery and Intelligence, in: Mind. A Quarterly Review of Psychology and Philosophy 59, no. 236 (October 1950), 433-60

8 Alan M. Turing, Kann eine Maschine denken? In: Kursbuch 8 (1967), 106-138

9 Seine Äußerung (sowie die seines Kollegen Yann LeCun) zur XAI: <https://www.youtube.com/watch?v=VsnQf7exv5I&t=5085s>; siehe auch Frieder Nake, Konstruktion, Intuition: Algorithmisch. Informatik Spektrum, 44(1), 2021, 3-10, <https://doi.org/10.1007/s00287-021-01339-x>, sowie Ralf Bülow's Beitrag vom 7. Dezember 2022 im Online-Auftritt des Heinz-Nixdorf-Forums Paderborn: <https://blog.hnf.de/happy-birthday-geoffrey-hinton>

10 Ralf Bülow, Eintrag "Alan Turing in der Oper" (verfaßt 13. Dezember 2022), Webseite *HNF-Blog. Neues von gestern aus der Computergeschichte*, <https://blog.hnf.de/alan-turing-in-der-oper>, Abruf 21. Dezember 2022

Ein Kommentartext zur Stuttgarter Oper *Turing* beschreibt den Mathematiker als "Pionier der Informatik, der im Zweiten Weltkrieg den Enigma-Code der deutschen Wehrmacht knackte und so den Weg der Alliierten zum Sieg ebnete. Doch musste er sich wegen seiner Homosexualität in seiner Heimat Großbritannien einer demütigenden 'Behandlung' unterziehen, die ihn in den Selbstmord trieb."¹¹

Dieser Kommentartext verrät einen allzu biographielastigen Blick auf Alan Turing und verfehlt damit den (bislang) zeitinvarianten, in der Computerkultur noch nicht historisierten Wissenswert dieses (Meta-)Mathematikers und Pioniers der Informatik, dessen *computation*, realisiert als konkretes *computing*, im Zweiten Weltkrieg den Enigma-Code der deutschen Wehrmacht zu dechiffrieren ermöglichte: "Doch musste er sich wegen seiner Homosexualität in seiner Heimat Großbritannien einer demütigenden 'Behandlung' unterziehen, die ihn in den Selbstmord trieb. Dieses Schicksal" - und nicht etwa der wissensarchäologische Impuls - "bewegte den Komponisten Anno Schreier und er komponierte eine Oper über die Triumphe und Leiden des einsamen Genies", in Kombination mit dem Libretto des Nürnberger Dramaturgen Georg Holzer.¹²

Der latente Anthro- respektive Zoozentrismus im Diskurs um KI / ML gipfelt in dieser Oper. Dem setzt der kalte, radikal medienarchäologische Blick den Ersatz des Eigennamens Turing, der seine historische Biographie assoziiert und von der Frage nach der *computability* ablenkt, durch die *turingmaschine* entgegen - denn Biographien verführen dazu, narrativ abzulenken von der medientheoretischen Herausforderung. Es geht sozusagen um die Austreibung des Eigennamens aus der technomathematischen Analyse von *computing*.

Die Handlung wird fünfmal durch instrumentale Zwischenspiele unterbrochen, die tatsächlich eine „Turingmaschine“ darstellen sollen. Musikalisch wandelt Anno Schreier auf den Spuren der Minimal Music und von Komponisten wie Philip Glass¹³ - nicht aber als von Machine Learning komponierten KI-Komposition.

In Schreiers Oper kommt auch eine "Madame KI" zum Auftritt, welche Turing gegenüber u. a. verlaublich lässt: "Sie haben ein

11 <https://www.br-klassik.de/programm/radio/ausstrahlung-2983196.ht> (Zugriff 29. November 2022)

12 <https://www.br-klassik.de/programm/radio/ausstrahlung-2983196.ht>

13 Ralf Bülow, Eintrag "Alan Turing in der Oper" (verfaßt 13. Dezember 2022), Webseite *HNF-Blog. Neues von gestern aus der Computergeschichte*, <https://blog.hnf.de/alan-turing-in-der-oper>, Abruf 21. Dezember 2022

Entscheidungsproblem")¹⁴ - eine narrative Personalisierung (respektive Biographisierung) des Aufsatzthemas von Turing 1937 "On computable numbers, with an application to the *Entscheidungsproblem*"¹⁵.

Von medienarchäologischen Einsichten in das Wesen von Künstlicher Intelligenz entfernt gerade "Madame KI" als humane Verkörperung. Ralf Bülow erinnert Informatiker an *Hoffmanns Erzählungen* von Jacques Offenbach. Bereits in dieser Oper tritt unter dem Namen Niklaus eine Intelligenz als Freund des Autors E. T. A. Hoffmann auf. Entsprechend beschwört auch "Madame KI" ihren Freund Alan: "Erfinde mich, Turing! Ich bin in deinem Kopf! Hol mich raus, setz mich in die Welt! Ich hab schon zuviel Zeit in deinem Kopf verbracht. Zeig den Menschen das, was sie überflüssig macht" (zitiert nach Bülow ebd.).

Entgegen personifizierter Technikgeschichte geht Medienarchäologie die in der Oper angesprochenen Themen (das "Entscheidungsproblem", sowie das der Denk-Maschinen) eher mit dem Begriff der Turingmaschine statt mit den Eigennamen Turing an - denn Biographien verführen dazu, narrativ abzulenken von der zugrundeliegenden strukturellen medientheoretischen Herausforderung als der eigentlichen *message* des technisch Mediums. Es geht also um die Austreibung des Eigennamens aus der technomathematischen Analyse von *computing*.

Ein tatsächliches Entscheidungsproblem

Denn was in der Turing-Oper charmant von Madame KI ausgesprochen wird ("Sie haben ein Entscheidungsproblem"), verniedlicht die mathematische Radikalität von Turings Ansatz selbst (1937), der sich im Schreiben (der logischen Argumentation) gleichsam als Person selbst auszulöschen trachtet und eiskalt den rechnenden Menschen durch eine abstrakte Maschine ersetzt. Die Autoren in den *Automata Studies* ersetzen humane psychische Konflikte durch Betrachtungen wie den Aufsatz von M. O. Rabin / D. Scott über "Endliche Automaten und ihre Entscheidungsprobleme"¹⁶. An die Stelle des emphatischen Subjekts tritt

14 Ausgestrahlt in BR Klassik Radio, als *live*-Übertragung der Uraufführung im Staatstheater Nürnberg, 26. November 2022 (mit Dank an Ralf Bülow für diesen Hinweis). Für eine Aufzeichnung der 2:30 minütigen Aufführung siehe <https://www.br-klassik.de/programm/radio/ausstrahlung-2983196.ht> (Zugriff 29. November 2022)

15 Siehe auch Michael O. Rabin / Dana S. Scott, Endliche Automaten und ihre Entscheidungsprobleme, in: C. E. Shannon / J. McCarthy (Hg.), Studien zur Theorie der Automaten (*Automata Studies*), erw. Ausgabe u. Übersetzung durch Frank Kaltenbeck + Peter Weibel, München (Rogner & Bernhard) 1974, 327-362

16 In: Shannon / McCarthy (Hg). 1974, 327-xxx

hier das mechanische Es: "Es wird gezeigt, daß einige die Automaten betreffenden Entscheidungsprobleme durch effektive Algorithmen lösbar sind. Andere Entscheidungsprobleme erweisen sich als algorithmisch unlösbar" (ebd., "Zusammenfassung": 327). An die Stelle musikdramaturgischer Ästhetik tritt hier die Eleganz der logomathematischen Argumentation. Und doch scheint hier der Dualismus zwischen abstrakter logischem Mechanismus als Symboloperation und als technisches Medium realisierter Maschine auf, insofern "der Begriff einer Turingmaschine zu allgemein ist, um als ein genaues Modell wirklicher Computer zu dienen" (ebd.); mithin ist es Turings Unterstellung eines unendlichen Bands, welche "Turings Konzeption unrealistisch macht" (327). Der Zeitlosigkeit einer Symbolkette (*strings*) wird die endliche Zeit realbandlicher Inskription entgegengesetzt; zum technischen Medium wird *computation* erst im realweltliche, und d. h.: zeitkritischen *computing*: "Die Einschränkung auf die Endlichkeit scheint eine bessere Annäherung an die Idee einer physikalischen Maschine zu ergeben" (327), oder mit Heidegger formuliert: das entropische Sein-zum-Tode.

Mit dem "Entscheidungsproblem" ist zugleich ein "Defekt"¹⁷ respektive die medienarchäologische Vulnerabilität des Digitalcomputers angesprochen, nämlich Gödels Unentscheidbarkeits-Theorem von 1931 ("Die Wunde heilt der Speer nur, der sie schlug", so Parisfal im Richard Wagners gleichnamiger Oper), sowie die philosophische Frage nach dem (Selbst-)Bewußtsein der "zweiten Maschine" (Gotthard Günther), und letztendlich ebenso die kybernetische Infragestellung der Mensch-Maschine-Unterscheidung selbst, denn aus medienarchäologischer Perspektive *bin ich ein Roboter*, insofern sich Signalverarbeitung in meinem Nervensystem auch mit Maschinenmodellen beschreiben lassen. Der notorische Anhang IV "Die 'zweite' Maschine" in der 2. Auflage von Gotthard Günthers *Das Bewußtsein der Maschinen* war 1952 zunächst als Kommentar zur deutschen Übersetzung von I. Asimovs *I, Robot* verfaßt.¹⁸ Günther spricht einem "*mechanical brain*, der Worte wie / 'Ich' und 'Selbst' gebrauchen kann" (188 f.), zwar die Fakultät eines Selbstbewußtseins ab, nicht aber die Option eines "einfachen Bewußtseins" (189), das mithin technisch konstruierbar sei (194).

Wenn ein Satz zugleich mit seiner Negation beweisbar ist, ruft dies die Antinomie des kretischen Lügners auf. Lassen sich Menschen auf die Computerschnittstelle ein, unterliegen sie bereits (werden also zum buchstäblichen "Subjekt") der logischen Maschine. Doch gerade der Gödelsche Satz "beweist, daß die Wahrheit nicht formal erfaßt werden

17 Klaus 1952/53: 126

18 Gotthard Günther, Die "zweite" Maschine, in: ders., *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik*, Krefeld / Baden-Baden (Agis), 2. Aufl. 1963, Anhang IV, 179-203

kann"¹⁹ und vielmehr einer dialektischen Aufhebung des Kontradiktorischen oder Konträren bedarf²⁰.

Die Berechenbarkeit und der Witz (vielmehr denn die "Intelligenz") des biologisch verkörperten Geistes werden gegenüber der pseudo-biologischen Verkörperung in künstlichen Netzwerken immer unvollständig bleiben, wie es diverse Autoren in den *Automata Studies* von 1956 wiederholt betonen, die nicht von trivialen Automaten im Sinne der herkömmlichen, sondern von der durch Turing umgedeuteten Algorithmentheorie handeln - nämlich von techno-mathematischer künstlicher Intelligenz als *automathesis*.

Gelebte realweltlich verkörperte Intelligenz ist in den Grenzen der metamathematisch definierten Berechenbarkeit von Turingmaschinen und künstlichen Netzen nur in Grenzen "effektiv" komputierbar. Immer wieder zeitigen Menschen im Alltag Verhaltensweisen und "Bauernschläue", wie sie von keinem Programmierer im Voraus absehbar sind (Turing's Kernfrage in seinem Aufsatz von 1936). Im Radioprogramm Europa Heute des Deutschlandfunk berichtete am 2. November 2022 eine Beteiligte aus der Hauptstadt des Kosovo, Pristina, bezüglich der dortigen Energiekrise: Kurz vor einer geplanten Theateraufführung fiel plötzlich der Strom aus. Spontan aktivierte das Publikum die Smartphones und beleuchteten damit die Bühne: eine List, oder vielmehr ein Witz der techno-logischen Vernunft?

Es ist die gelebte Kontingenz, welche das Deep Machine Learning durch techno-neurale Angleichung an die humane Bio-Verkörperung, von der es indirekt erfährt (nämlich immer schon in gesampelter, also an ihre digitale Sprache übersetzten Form von *big data*, die den "Sozialen Medien" und anderen unwillkürlichen Datenquellen sowie Sensoren), immer nur approximativ und lückenhaft zu simulieren vermag. Damit ist das Stichwort Emulation als epistemogenes Objekt der computerisierten Welt aufgerufen: Meint KI lediglich die Nachahmung "intelligenter" Funktionen im Menschen, wie es Alan Turing 1950 bescheiden formuliert, bezogen auf die mensch-maschinelle "Software", oder bedarf sie - wie die zweite Variante technologischer Emulation - einer analogen Verkörperung von deren Essenz *in* (oder besser: *als*) Hardware?

OpenAI verkündete Mitte März 2023: "GPT-4 surpasses ChatGPT in its advanced reasoning capabilities"²¹. Der Witz aber läge darin, die Sphäre des *reasoning* selbst zu verlassen. "[M]acht das System noch faktische

19 Georg Klaus, Über die philosophische Bedeutung des Gödelschen Theorems von den formal-unentscheidbaren Sätzen der Principia mathematica, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jg. 1952/53, Heft 1, 119-129 (125)

20 Klaus ebd.: 127

21 <https://openai.com/product/gpt-4>, Abruf 15. März 2023

oder mathematische Fehler, also Unsinn erfinden usw. ?"²² Genau dies wäre der eigentliche "Intelligenztest" - zugleich aber lernen Menschen, dass "Fehler" aus Sicht der Maschine etwas Anderes sind. Eingestanden werden zugleich die eigenen Grenzen: "GPT-4 still has many known limitations that we are working to address, such as social biases, hallucinations, and adversarial prompts." Witz und Kontingenz begegnen sich im Serendipity-Prinzip als Bezeichnung für "eine zufällige Beobachtung von etwas ursprünglich nicht Gesuchtem, das sich als neue und überraschende Entdeckung erweist. Verwandt, aber nicht identisch ist die weiter gefasste Redewendung vom glücklichen Zufall. Serendipität betont eine darüber hinausgehende Untersuchungstätigkeit, eine intelligente Schlussfolgerung oder Findigkeit."²³

Beispiele dafür aus dem technischen Kontext sind "die Entdeckungen der Röntgenstrahlung, [...] oder der kosmischen Hintergrundstrahlung. Aber auch geradezu überzufällige Begebenheiten sind beschrieben, die fleißige Forscher zu Entdeckungen führen, bis hin zum Benzolring, der schließlich in einem Traum [Kekulé] vorkam." (ebd.)

Der Begriff des Überzufälligen "entstammt der Kategorie zeitreihenanalytischer Verfahren auf dem Gebiet der deskriptiven (also der beschreibenden) Statistik, wird jedoch manchmal auch außerhalb der Wissenschaftsliteratur für einen Vorgang verwendet, für dessen Auftreten sich noch keine gesicherte Regelmäßigkeit gezeigt hat, aber der dennoch häufiger zu beobachten ist, als nach der statistischen Normalverteilung zu erwarten wäre."²⁴

Künstliche Intelligenz ist nicht nur Forschungsgegenstand von Medienwissenschaft, sondern längst schon Teil ihrer akademischen Praxis. Die Drittmittel-Antragstellung von Forschungsvorhaben erfordert durchweg ergänzend befürwortende Gutachten. Dazu erfragt etwa die entsprechende Webseite der Gerda Henkel Stiftung in der Rubrik Uploadformular Gutachten: "Bitte bestätigen Sie ich bin kein Roboter"²⁵. Nach dem Anklicken dieser Aussage eröffnet sich anschließend ein CAPTCHA (von englisch "completely automated public Turing test to tell computers and humans apart"²⁶). Der vorliegende (und vom Algorithmus immer wieder neu zusammengestellte) Test bestand im vorliegenden Fall darin, aus einer Matrix von neun Bildern diejenigen auszuwählen, bei denen Boote (pikanterweise eben keine "Bots" ...) im Spiel sind. Nach

22 Elektronische Kommunikation Ralf Bülow, 15. März 2023

23 <https://de.wikipedia.org/wiki/Serendipit%C3%A4t>, Zugriff 2. November 2022

24 <https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cberzuf%C3%A4lligkeit>, Zugriff 2. November 2022

25 <https://forms.gerda-henkel-stiftung.de/ghs?kind=assess&lang=de#122877>, Abruf 29. November 2022

26 <https://de.wikipedia.org/wiki/Captcha>, Abruf 28. November 2022

erfolgreicher Diskriminierung setzt die Software einen Haken an die Formulierung: "Ich bin kein Roboter". Diese Bestätigung erlischt allerdings innerhalb eines knappen Zeitfensters, falls das weitere Vorgehen ("zum Antrag") nicht rechtzeitig erfolgt.

Walter Benjamins *Thesen zum Begriff der Geschichte* setzen mit der Erzählung eines Automaten ein, welcher in der Kleidung eines Türken auf jeden Zug seines menschlichen Gegners beim Schachspiel intelligent zu antworten vermag. Ein System von Spiegeln erzeugte den Eindruck, dass diese Schachspielkonsole transparent und keine Black Box ist. Tatsächlich aber zog ein Zwerg darin die Fäden des Automaten. Der darin ausgedrückte "latente" Anthropomorphismus der KI gipfelt darin, dass sie in der technischen Form des Bewegtbildes nun ihrerseits bereits ganze Geschichten zu erzählen vermag. Solche Formen künstlich-neuronaler Emulation (also: nicht wesensgleiche, sondern funktionale Analogie) menschlicher "Intelligenz" lässt sich indessen - im Anschluss an den Turing-Test, und mit Lacans Infragestellung eines maschinenfernen Denkens - *radikal medienarchäologisch* gegenlesen: So spiegelt sich im Deep Machine Learning nicht nur der diskursive *bias* (die Aufdeckung des diskursiven *bias* der Ästhetik der westlichen Welt, wie er durch die massiven Trainingsdatensätze in die Produkte von KI und Machine Learning einfließt, überlassen wir Mediensoziologie und Kulturwissenschaften²⁷),

[In mediensoziologischer Hinsicht bleibt ML noch solange anthropozentrisch, wie die dahinterstehende "Klick-Arbeit" im *crowdsourcing marketplace* noch von Seiten schlecht bezahlter Menschen mit samt ihrem kulturellen *bias* geschieht. Nicht von ungefähr war der versteckte menschliche Schachspieler in der vermeintlich mechanischen Konstruktion von Wolfgang von Kempelens Schachautomaten für Amazons Mechanical Turk (MTurk) namensgebend.²⁸]

sondern ebenso die Maschinenhaftigkeit des Menschen selbst - die Prämisse der "kybernetischen Anthropologie" als Posthumanismus *avant la lettre*. Wenn eine KI nach massivem *machine learning* zu "erzählen" beginnt²⁹, provoziert dies die medienarchäologische Gegenfrage: Ist die bislang kulturelle Form der Erzählung nichts weiter als ein Mechanismus, der sich - frei nach Eberhard Lämmerts klassischer Monographie - als "Bauformen des Erzählens" modular analysieren und damit auch

27 Siehe etwa Luca M. Potassi, *The Algorithmic Unconscious*, New York (Routledge) 2021

28 Ein Argument von Pleikies 2022: 22

29 Dazu Raphael J. Tostlebe, *Ästhetik-Apparat. Zur Spezifik der Ästhetik KI-generierter Kunst auf Basis von Diffusionsmodellen und Text-Bild-Klassifizierung* Seminar Mediendramaturgie und Medienästhetik, Hausarbeit im Rahmen eines Seminars von Florian Leitner, HUB, SS 2022

computativ synthetisieren lässt?³⁰ Die Erzählung wird damit in die Zählung rückgeführt.³¹, und aus der kultursemantischen Narration (inklusive ihrer Welt von Literatur) das sozialtechnische Genre des "Narrativs".

Wim Wenders bricht in seinem s/w Film-im-Film namens *Der Stand der Dinge* (1982) den Dreh einer *story* mit der Einsicht des Regisseurs ab, dass das Leben gerade nicht in Geschichten abläuft (sondern bestenfalls damit symbolisch re-organisiert, d. h. in Ordnung gebracht wird - so auch der Sinn der *talking cure* in der Psychoanalyse).

KI und "Bewußtsein"

Anhand des Language Models for Dialog Application (LaMDA) von Google wird längst schon diskutiert, ob ein solches System über Selbstbewußtsein verfügt.³² Der emphatischen *Technológos*-Hypothese zufolge existiert indessen Bewußtsein (wenngleich nicht: Selbstbewußtsein, im Anschluß an Gotthard Günther im IV. Anhang zu *Das Bewußtsein der Maschinen*) zwar nicht schon in Form symbolischer Notation (Quellcode, der als diagrammatische Ikonizität - nach Peirce - darauf angewiesen ist, vom anschauenden Menschen in Vollzug gesetzt zu werden), doch in dem Moment autonom, wenn Schaltkreise in Materie eingebettet und unter Spannung gesetzt werden. "Ein Stein hat keine Ahnung, was es bedeutet, ein Stein zu sein"³³) - doch photolithographisch zum Mikroprozessor dotiertes Silizium ist implementierter Logos. Die *circuitry* und Gatter "erspüren" (in Anlehnung an Alfred North Whiteheads Begriff der *prehension*) ihre schaltungslogischen ("wired") Verdrahtungen, analog zur innerkörperlichen sowie intrasensuellen Interozeption (Proprio- und Viszerozeption) in der Biologie lebendiger Wesen, als Form von Bewußt-, aber eben (noch?) nicht Selbstbewusstsein.

DER TECHNOLOGOS KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

30 Siehe W. E., Bauformen des Zählens. Distanze Blicke auf Buchstaben in der Computer-Zeit, in: Eckart Goebel / Wolfgang Klein (Hg.), *Literaturforschung heute*, Berlin (Akademie) 1999, 86-97

31 Siehe Jan Christoph Meister, *Computational Narratology oder: Kann man das Erzählen berechenbar machen?*, in: xxx, 19-39 (online https://mediarep.org/bitstream/handle/doc/15248/GFM_15_19-39_Meister_Computational_Narratology.pdf?sequence=1, Abruf 29. November 2022), sowie ders., *Computing Action. A Narratological Approach*. Berlin (de Gruyter) 2003

32 Dazu etwa das Dossier von Ann-Kathrin Nezik, *Ich denke schon, antwortet der Rechner*, in: *Die Zeit*, Nr. 3 vom 12. Januar 2023, 13-15

33 Nezik a. a. O., 14

Unter dem Stoff von Medienwissenschaft versteht die techniknahe "Berliner Schule" nicht nur Texte und Worte, sondern auch die konkrete, real und symbolisch, also technisch wie algorithmisch informierte Materie und Energie. *Medias in res* zu gehen meint damit zuallererst den Einblick in das Medium selbst - entgegen seiner ästhetischen Verhüllung im Design:

Optisch-akusmatischer Auftakt

Auf einem Acer Predator Orion 5000 Rechner, mit einer GeForce RTX 3070 Graphikkarte ausgestattet, ist in der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin lokal eine KI-Umgebung installiert, nämlich StableDiffusion zur automatisierten Bildsynthese auf der Basis verbaler Prompt-Eingaben. Das Design des Rechners verlockt indessen mit seinem pulsierenden Auf- und Ableuchten zu einer quasi-organischen Verklärung.

Dem setzt die Medienarchäologie die "Erdung" im konkreten technischen Artefakt entgegen: etwa ein Flipflop auf Elektronenröhrenbasis als Kernelement der frühen Realisierung eines "künstlichen" Neurons zu Zeiten der ersten Welle von "symbolischer KI" i. U. zur -scheinbar - eher signalflussorientierten "subsymbolischen KI" im zweiten Anlauf.

Hat KI tatsächlich ein virtuelles "Eigenleben" entwickelt, oder ist bereits diese Begriffswahl eine phänomenologische Ablenkung vom Wesen der Komputation? Techniknahe Medientheorie teilt diese Skepsis mit dem Diskursbegründer der "virtuellen Realität", Jaron Lanier. Aus computerwissenschaftlicher Sicht ist "Virtualität" kein theologischer oder philosophischer Begriff, sondern bezeichnet Objekte, die vollständig dem Computer entspringen, ohne ein gegebenes Vorbild aus der externen Wirklichkeit. Dies eskaliert in der aktuellen KI, welche längst Filme produziert, die zwar ein Drehbuch und einen Soundtrack zu haben scheinen, "aber in Wirklichkeit vollständig errechnet wurden" (Lanier ebd.) - allerdings nicht mehr im Sinne genuiner Computergraphik³⁴, sondern von einem an Mikroprozessoren gekoppelten Weltdatenwissen gespeist werden. Auch der Erzeugung eines Gemäldes aus einer KI-Illustration "geht gar keine Skizze voraus" (ebd.). Nach dem Silicon Valley nun doch noch bei Microsoft beheimatet, plädierte Lanier jüngst dafür, "dass der Blackbox-Charakter der gegenwärtigen KI ein Ende haben muss. Die Systeme müssen transparent werden. Wir müssen klarer sagen können, was in ihnen vorgeht und warum", heißt es in Laniers kürzlich publizierten Aufsatz "So etwas wie KI gibt es nicht"³⁵. Doch mit diesem "wir" steht auch Lanier in seiner Subjektzentriertheit noch in der

34 Siehe Friedrich Kittler, Computergraphik. Eine halbtechnische Einführung, www.aesthetik.hu-berlin.de/medien/texte.php

vertrauten Tradition der philologischen Hermeneutik. Er bleibt damit ein humanistischer Anthropozentriker: "Auch KI-Großmodelle bestehen aus Menschen - und wir öffnen die Blackbox, indem wir die Menschen hervortreten lassen." (ebd.) Doch was demgegenüber in medienarchäologischer Perspektive aus der Maschine "hervortritt", ist *the ghost in the machine*, respektive: deren *Technólogos*. Somit "verstehen" vielleicht nur noch andere Maschinen, was in ihren Geschwistern vorgeht - gleich dem "Discriminator" in General Adeversarial Networks gegenüber dem "Generator" in Versuchen der visuellen Gestaltbildung. Das Problem der Durchschaubarkeit dieses Daten- und Softwarekriegs liegt, darin, dass die unzähligen elektronischen Verknüpfungen einen "riesigen Wackelpudding" bilden, wie Lanier es nennt - allerdings keinen organischen oder chemischen, sondern metaintellektuellen: ein "gewaltiges mathematisches Gemisch" (ebd.) und *mesh* aus Gattern im Computer. Der *proof* dieses Pudding liegt erst im *eating*, nicht schon in der kritischen Lektüre des Kochrezepts respektive Quellcodes. Das logische Diagramm von Rosenblatts Perceptron ist das Eine. Doch seine technische Realisierung ist ein Anderes. Es handelt sich bei aller KI um eine asymmetrische, geradezu "gegenstrebige Fügung" (altgriechisch mit Heraklit: *harmonía*) aus Logos und Technik.

Von daher ist ein Blickwechsel angebracht. Die "Prompt"-Parameter als Nutzerschnittstelle laden zur Eingabe von Text- zu Bildphantasien ein. Doch die lokale (statt Online-)Aktivierung erlaubt es, während der Operation auch den Python-Code lesbar zu halten. Die Programmierumgebung gibt auf Wunsch ebenso die tatsächlichen Python-Codezeilen und -blöcke auf dem Monitor zu sehen. Die tatsächliche Sequenz dieser schier endlosen Subroutinen-Programmaufrufe nach der menschenseitigen Prompt-Eingabe am Bildschirm des Rechners steht im Kontrast zum optischen "Pulsieren" des Computergehäuses.

Am Institut für Musik- und Medienwissenschaft ruft dieser optische Auftakt des "pulsierenden Rechners", der sein Inneres (oder weniger idealistisch: seinen Mechanismus) nicht preisgibt, sogleich auch Richard Wagners operntechnische Innovation des optisch verborgenen Orchestergrabens im Festspielhaus von Bayreuth auf. Durch die Verlagerung des Klangkörpers in den Orchestergraben - gleich einem *layer* in neuronalen Netzen - als "erhabene Täuschung"³⁶ aktualisiert Wagner damit die antike pythagoreische Akusmatik, und antizipiert die so genannte Lautsprechermusik in der elektrifizierten Klangkultur.

35 Jaron Lanier, So etwas wie KI gibt es nicht, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 105 vom 6. Mai 2023, Seite Z 1f (2)

36 Richard Wagner, Das Bühnenfestspielhaus zu Bayreuth: nebst einem Berichte über die Grundsteinlegung desselben, Leipzig (Fritzsche) 1873, 11

Die Mikrophonsituation in einer akademische Vorlesung lässt die Klangquelle der Lautsprecherwellen noch sichtbar anwesen - nicht aber deren neuronale Hervorbringung von Seiten des Vortragenden. Wagner plädiert demgegenüber für sein *Musikdrama* für "die gänzliche Ablenkung des Gesichtes von der Wahrnehmung jeder dazwischenliegenden Realität, wie sie dem technischen Apparate zur Hervorbringung des Bildes" - und des Tones - "eigen ist"³⁷ - gleich Alberichs Tarnkappe im *Ring der Nibelungen*-Zyklus selbst.³⁸

Wagner dissimuliert damit "die stets sich aufdrängende Sichtbarkeit des technischen Apparates der Tonhervorbringung"³⁹. An dessen Stelle tritt ein sonischer Geist, und klangtechnisch konkret: buchstäblich "spektraler" Klang - "die aus dem 'mysthischen Abgrund' geisterhaft erklingende Musik"⁴⁰.

"[...] Künste unterhalten nur symbolische Beziehungen zu den Sinnesfeldern, die sie voraussetzen. Medien dagegen haben im Realen selber einen Bezug zur Materialität mit der sie arbeiten. Photoplatten verzeichnen chemische Spuren von Licht, Schallplatten mechanische Spuren von Geräusch."⁴¹

Wagners Vertiefung des Orchestergrabens im Bayreuther Festspielhaus verhält sich analog zu den Emantionen von "Künstlicher Intelligenz" erster Ordnung, deren Realisation (Frank Rosenblatts Perzeptron 1960) sich noch mit *einer* verborgenen Schicht begnügte - und von Minsky und Papert dafür in seine logischen Grenzen verwiesen wurde. Doch mit der Multiplikation dieser Lagen zugunsten von "*deep*" *machine learning* schlägt diese Tieferlegung in eine neue Qualität zweiter Ordnung um, als mehrfach geschichtete künstliche neuronale Netzwerke.⁴² Hier wird die Ausgrabungsmetapher der Medien "archäologie" für einmal technologisch konkret.

"Audioneuronen[medien]theater" (Tim Otto Roth)

37 Wagner 1873: 22

38 Dazu Kittler 2012

39 Wagner 1873: 21

40 Wagner 1973: 23

41 Friedrich Kittler, Weltatam. Über Wagners Medientechnologie, in: Diskursanalysen, Bd. I: Medien, hrsg. v. Friedrich A. Kittler / Manfred Schneider / Samuel Weber, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1987, 94-107; Wiederabdruck in: ders., Das Nahen der Götter vorbereiten, München (Fink) 2012, 30-47 (30)

42 Siehe Kunihiko Fukushima, Neocognitron: A Self-organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position, in: Biological Cybernetics vol. 36 (1980)

Kommt die Sonifizierung neuronaler Muster dem dynamischen Verhalten solcher Systeme über das zeitkritisch geschulte Ohr im Sinne menschenseitiger Nachvollziehbarkeit näher als deren diagrammatische Visualisierung?⁴³

Im Hörsaal des Tieranatomischen Theaters artikuliert sich vom 12. Januar bis 3. Februar 2024 unter dem Titel Theatre of Memory ein "mikrotonales Ensemble: Die Musik entsteht unmittelbar im Raum, in dem die 70 kugelförmigen, farbig leuchtenden Lautsprecher aufeinander ‚hören‘ und sich damit reizen: Über ihre charakteristischen Sinustöne regen sie sich wie Nervenzellen an oder hemmen sich gegenseitig - der Anregungszustand läßt sich über die verändernde Farbgebung visuell mitverfolgen."⁴⁴

[Roth hat das Audioneuronensemble in technischer Analogie zu den Farbklankugeln seiner Installation AIS³ (Astroparticle Immersive Synthesizer³) entwickelt.⁴⁵]

Es handelt sich dabei mithin um ein *sonisches* künstliches neuronales Netz - doch erneut, wie bereits Roths Medien(forschungs)kunstinstallation [aiskju:b], erlaubt es nur phänomenale Mitverfolgung, keinen tatsächlichen Einblick in die dahinterstehende techno-logische "Intrastruktur".

Die kugelförmigen, farbig leuchtende Lautsprecher "‚hören‘ aufeinander und regen sich an oder hemmen sich über ihre charakteristischen Sinustöne analog zu Nervenzellen."⁴⁶ So wird anthropomorphisiert, was in der nüchternen Sprache der Nachrichtentechnik schlicht Sender und Empfänger über Kanäle sind. Die jeweiligen Erregungszustände (das "Membranpotential") werden farblich angezeigt - als spektrale Äquivalente zu den numerischen Wichtungen, mit denen komputative künstliche neuronale Netze operieren. Der gemeinsame Nenner liegt hier in der Frequenz.

43 Siehe die Installation *Theatre of Memory. Ein neuro-akustisches Klangnetzwerk* von Tom Otto Roth, Januar / Februar 2024 im Tieranatomischen Theater, Campus Nord der Humboldt-Universität zu Berlin

44 Tim Otto Roth, e-Rundmail vom 8. Januar 2024. Standphoto: <https://www.museumsportal-berlin.de/de/ausstellungen/theatre-of-memory>

45 *Online-Video* (mit Audiospur) Version Paris: https://www.imachination.net/ais3/index_d.php

46 <https://www.museumsportal-berlin.de/de/ausstellungen/theatre-of-memory>, Zugriff 12. Januar 2024

Was erklingt ist "[e]ine Musik, die eine Idee der kognitiven Prozesse gibt, die in ihrer Komplexität für uns nach wie vor ein Geheimnis bleiben" (Webseite Museumsportal) - aber eben nur eine Analogie. Tatsächliche biochemische Neuro-Interaktion lässt nicht auf elektrische Ströme reduziert wie die Elektronik in Roths Modell. Mikroelektronik stellt immer schon eine kontrollierte Abstraktion dar, eine technomathematische Approximation an die Diffusionsprozesse des *Biólógos*. Eine Alternative läge darin, biochemische Verkörperung bereits vom Ansatz her gar nicht mehr diskret-komputativ zu modellieren.⁴⁷

"Die sich dynamisch verändernden, rhythmischen Tonfolgen und plötzlichen Clusterentladungen sind nicht durch eine Partitur vorgegeben, sondern entstehen durch akustische Selbstorganisation der Tonverknüpfungen. So entwickeln sich komplexe Klangnetzwerke, die sich durch tönende Interventionen immer wieder reformieren." (eMail Roth) Über diese Autopoiesis hinaus macht es "der begehbare Klangraum aus miteinander kommunizierenden Lautsprechern [...] nicht nur möglich, in die Netzwerkstruktur einzutauchen, sondern zugleich kann man mit dieser über Töne und Geräusche interagieren." (Webseite Museumsportal). Ist der Mechanismus dieser "Interaktion" bei solch intuitiven Signalen von Menschen an Mechanismus noch transparent im Sinne von XAI, oder vielmehr bereits eine Dissimulation des medientechnischen Dazwischen? Die Wahrheit jenseits des ästhetischen Medientheaters ist die Backstage: der Rechner im "Technikraum" als das eigentliche Ereignisfeld des künstl(er)i(s)chen neuronalen Netzes. Hinter aller Medienkunst steht *techné*.

Leibniz zufolge steht - entgegen dem abendländischen Visualisierungszwang - das "rechnende Ohr" dem mathematischen "Raum" näher, indem es unbewusst (*nesciens*) Klangwelten im Sinne Fouriers analysiert. So legt auch Roths "Sonaptikon" das Prozessieren neuronaler Netzwerke ästhetisch offen, während sich Medientheorie auf das epistemische Momentum darin konzentriert. Verblendet oder entbirgt solch eine Ästhetisierung die tatsächlichen neuralen und kognitiven Prozesse, i. U. etwa zur mathematisch-analytischen Darstellung? Eine wirkliche Wissenschaftskunst sähe anders aus. *Aisthesis* ist als Sinneswahrnehmung der eigentlichen Kognition gerade nur vorgelagert, wird aber in dieser Installation zurückverschoben auf die Sinnesebene: ein Kategorienfehler.

Zwar erlaubten es Roth Installationen aus Licht und Klang, "die die Besucher:innen eintauchen lassen und ohne theoretisches Vorwissen, Natur-Phänomene intuitiv erfahrbar machen"⁴⁸. Doch der (scheinbar)

47 Im Sinne von Giuseppe Longo, Letter to Turing (June 7, 2018), in: Theory, Culture & Society, vol. 30, issue 6 (November 2019), "Abstract", <https://doi.org/10.1177/0263276418769733>

48 Faltblatt zur Ausstellung im TA T (Tieranatomischen Theater)

intuitiven Mensch-Maschine-Schnittstelle geht ein exakter Algorithmus voraus, sowie das elektrotechnische Diagramm der Verschaltung:

Solche Vorprogrammierung stellt tatsächlich eine Art Partitur dar, als Quellcode und als *parameter mapping*: "Die eigentliche Komposition entsteht dadurch, dass man festlegt, welchen Ton ein Neuron spielt und auf welche andren Töne es hört." (Faltblatt)

Die Ausstellungseröffnung am 11. Januar wurde mit Grußworten des Neurologen Christoph Ploner eingeleitet, denn Tim Otto Roths Installation "Theatre of Memory ist ein Projekt in Kooperation mit Neurowissenschaftler:innen des SFB1315 *Mechanismen und Störungen der Gedächtniskonsolidierung* der Charité und der Humboldt-Universität Berlin. Angesprochen darauf, ob auch Wissenschaftler von der fröhlichen Allianz von Kunst und Wissenschaft profitieren, lautete die Antwort von Seiten Ploners: nicht im Sinne von Wissenszuwachs, vielmehr als willkommene Bewußtmachung der (Vor-)Einstellungen, wie auch naturwissenschaftliche Erkenntnis von kulturellen Metaphern des "Gedächtnistheaters"⁴⁹ mitgesteuert wird.

Inwiefern ist der Konzeptkünstler Tim Otto Roth zugleich der techniknahe Ingenieur seiner Installation?⁵⁰

Das Kugelensemble ist keine schlichte Sonifikation neuronaler Netze, sondern genuin sonisch gedacht. "The basic unit of the *Sonapticon* is formed by audio neurons, which, in contrast to nerve cells, are not connected by conductive fibres but by sounds moving in space."⁵¹ Dies ist ein eher kultur- denn techniknah medienwissenschaftlicher Ansatz. Metaphorisiert Medienkunst hier die neurowissenschaftliche Einsicht? Der Begriff der *imachination* (als Projektformat des Roth-Studios) leitet sich von "imagination + machine" ab.⁵² - im Unterschied zum *enactment* des (Techno-)Logos in / als Maschine. Welche Erkenntnisverschiebung ergibt sich durch Verklanglichung: die bessere Einsicht in zeitkritische *pattern* als es die üblichen *heat maps* der Neurowissenschaft darstellen? In positiv medienarchäologischer Lesart gewährt die künstlerische "Archaisierung" und Versinnlichung eines neuronalen Netzes auch Nichtfachleuten Einsicht in deren *arché*.

49 Siehe Douwe Draaisma, *Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999

50 Programmierung: Manuel Prugel; Hardware-Entwicklung: Benjamin Piltz

51 <https://pixelsex.org/sonapticon>, Abruf 15. Januar 2024. Die Studioversion von *Sonapticon* wurde 2012 im Sounddom des ZKM Karlsruhe uraufgeführt.

52 <https://www.imachination.net/next100/background.html>, Abruf 15. Januar 2024

"Wenn man ein Gefühl für die Abläufe bekommen hat, dann lässt sich mit dem 'Theatre of Memory' auf völlige neue Art und Weise musizieren - eine Musik, die eine Idee der kognitiven Prozesse gibt, die in ihrer Komplexität für uns nach wie vor ein Geheimnis bleiben." (Webseite Museumsportal)

Doch diese musikalische Option ist nicht völlig neuartig, sondern längst schon Erbe der "kybernetischen Ästhetik". Auch das MPI für Empirische Ästhetik in Frankfurt / M., wohin die Ausstellung weiterwandert, steht bereits in der Tradition der "exakten Ästhetik" von Max Bense respektive Heribert W. Frankes⁵³ - indessen nicht als "arts & science", sondern im Sinne von *art as science*.

Exkurs zur Ausstellung "AI: Artificial Intelligence" (CCCB)

War die Zuschauer-Optik in Wagners Bayreuther Bühnenfestspielhaus noch als ausdrücklich antikisierendes *theatron* konzipiert, d. h. als ein "Raum, der für nichts anderes berechnet ist, als darin zu schauen"⁵⁴, tritt an dessen Stelle mit der Künstlichen Intelligenz "the gaze of the machine", wie es gleich eingangs ein Text in der Ausstellung AI: Artificial Intelligence thematisiert⁵⁵ - wengleich der Begriff *gaze* selbst schon eine Anthropomorphisierung technomathematisierter *pattern recognition* darstellt.

Tatsächlich wird der Besucher dieser Ausstellung (okulozentrisch) mit der "changing ontology of images" (elektronischer Text) konfrontiert.

Dem stehen analytisch Versuche der "visualizing AI" gegenüber - im doppelten - auch medienaktiven - Sinn von XAI.

Ein künstliches neuronales Netz, so lernt der Besucher, ist "trying to make sense of what it sees", doch es kann dabei "only see what it already knows" - denn Redundanz ist der Preis für den Datentrainings-Ansatz von *machine learning*.

Dabei vermag eine KI als trainiertes Machine Learning derzeit noch nicht Transgender-Portraits und -Körper zu identifizieren und gerät bei der *face recognition* in ein oszillierendes Delirium, in ein "Singen" (Norbert Wiener 1948), geradezu "neurotisch"⁵⁶. Umgekehrt ist die aktuelle Konjunktur

53 Herbert W. Franke / Gottfried Jäger, Apparative Kunst. Vom Kaleidoskop zum Computer, Köln (DuMont Schauberg) 1973

54 Wagner 1873: 23

55 Im CCCB Barcelona, 18. Oktober 2023 bis 17. März 2024

56 Im Sinne eines Kommentars zur Präsentation von Claude E. Shannon, Vorführung einer Maschine zur Lösung des Labyrinthproblems, in: ders., Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und

dieser Szene ihrerseits auf einer tieferen Ebene als Symptom der Reaktion menschlicher Kollektive auf *human / nonhuman*-Hybride lesbar. In der CCCB-Ausstellung figuriert als finale Installation *The Zizi Show* (Jake Elwes, 2023): ein fiktives *drag cabaret* "based on deepfake technology" (Begleittext).

Intramezzo: Eine ganze Generation nach den von den Beatles selbst veröffentlichten (und autorisierten) *Anthology*-Alben, die bisher nicht veröffentlichtes Audio- und Videomaterial präsentieren, wurde zum November 2023 der AI-assistierte Song *Now and Then* auf Grundlage von John Lennons *demo* (Audiocassette) aus Mitte der 1990er Jahre veröffentlicht, "when McCartney, George Harrison, and Starr reunited to work on "new" songs that would appear on the group's *Anthology* albums"⁵⁷. Der Einsatz von Machine Learning hat indessen nicht John Lennons Stimme synthetisiert, sondern die *low fidelity*, also den Signal-Rauschen-Abstand (Shannon) überlistet, der im ersten Anlauf den Versuch der Vervollständigung dieses Songs blockiert hatte: "Every time we wanted a little bit more of John's voice, this piano came through and clouded the picture" (Paul McCartney, zitiert ebd.).

Regisseur Peter Jackson erreichte dies im Zuge seiner *Get Back*-Dokumentation für den Disney Plus-Fernsehsender. "His team developed a technology that allowed them to take practically any piece of music (even ancient demos) and "split all the different components into separate tracks based on machine learning." [...] "Now we could mix it and make a proper record of it," McCartney said. He recorded a bass track, Starr added drums" (ebd.) - eine neue Form des re-generativen "Archivs". Diese medienaktive Form von Medienarchäologie stellt zugleich ein Postscriptum zu Walter Benjamins Aufsatz über "Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit" von 1936 - diesmal als veritabel *technologische* Reproduktion (respektive Regeneration).

In der CCCB-Ausstellung erinnert daran das notorische *deep fake* Video "Synthesizing Obama" (University of Washington, 2017), sowie "JFK unsilenced": Das Redemanuskript des US-amerikanischen Präsidenten, mitgeführt im Moment des Attentats in Denver, wurde nachträglich durch Natural Language Processing verstimmlicht. Und der "Maria Choir" (Maria Arnal, 2023) gewährt es Besucherstimmen, in Echtzeit zu einer professionellen Sängerinnenstimme transponiert mitzusingen.

Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler / Peter Berz / David Hauptmann / Axel Roch, Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 289-298
57 Meldung "The Beatles' final song is now streaming thanks to AI", <https://www.theverge.com/2023/11/2/23943290/now-and-then-the-beatles-new-song-ai>, Zugriff 7. November 2023

Diese auf den ersten Blick anthropozentrische Erfahrung hat eine psychoanalytisch relevante Kehrseite: In solchen Kopplungen wird die eigene Stimme als die einer anderen erfahren und damit umgekehrt ihrerseits als technische Hervorbringung entdeckt - wie es bereits die ebenso technische wie Wesens-Wandlung von der körperlichen (Stimmbänder) zur elektromagnetischen Mikrofonstimme darstellt.

"Madame KI" (eine Protagonistin in der Stuttgarter *Turing*-Oper) ist ihrerseits überhaupt nicht mehr an analogen Signalen (Stimmen, Bewegungen) orientiert, sondern ihr eigentlicher Mechanismus ist ganz und gar technomathematischer Natur. Dementsprechend verweist die AI-Ausstellung in Barcelona darauf, dass künstliche neuronale Netze "numerical systems" darstellen, die mit Zahlen (also computativ) komplexe Funktionen *annähern*. Die mathematische Modelle der "natürlichen" Sprachgenerierung sind nicht einmal mehr statistisch (Datenserien, Samples), sondern stochastisch, denn sie operieren nicht mehr mit Gewissheiten, sondern mit Übergangswahrscheinlichkeiten. "AI makes unprecedented readings of these models" (Ausstellungstext Barcelona).

Künstliche neuronale Netze sind mithin immer schon eine Übersetzung welthaltiger Signale ins symbolische Regime, als Bedingung für *computable models* sowie *sets of parameters* "that can be measured" respektive "calculated" - der ganze Unterschied zwischen physikalischen Rohsignalen und ihre In-formation zu computerrechenbaren Daten als Missbrauch von Signalen zu nahezu idealen Rechteckimpulsen.

Kehrt nun doch noch das "Imaginäre" (Lacan) in die bislang lediglich symbolverarbeitende Maschine ein?

Lacan trennt in seiner Analyse des psychischen Apparats zwischen dem Realen, dem Symbolischen und dem Imaginären. Kittler hat im Titel seiner Publikation *Grammophon - Film - Typewriter* diese Trias RSI medientechnisch konkretisiert. Bislang fehlte dem Digitalcomputer als "symbolischer Maschine" (Sybille Krämer) die Dimension des Imaginären. Die AI-Ausstellung im CCCB präsentiert indessen die (zweidimensional gerahmte Monitor-)Installation "Deep Dream: The Artificial Pareidolia" (Alexander Mordvintsev, 2019). Gibt es am Ende doch noch das "Imaginäre" der Maschine, und hat die Künstliche Intelligenz eine Seele bekommen? Oder umgekehrt zurückgefragt: wird auch das "Imaginäre" als Kategorie der menschlichen Psyche als regelgeleitete operative Symbolverarbeitung ent-deckt?

Medienarchäologisch orientierte XAI sucht nach der *Erdung* des Techno-Imaginären jenseits des Spiegels (frei nach *Alice im Wunderland*). Die Installation "Brainbow" (Jeff Lichtman, 2008-2019) zeigt in der AI-

Ausstellung die "Verdrahtung" der Nerven im menschlichen Hirn, durch fluoreszierende Proteine visualisiert.

[Die genuin menschliche Bildwahrnehmung ist kein Spiegel, sondern immer schon eine mentale, neuronale "Einbildung" (Flusser): eine errechnete respektive virtuelle Rekonstruktion der Signalübertragung aus dem optischen Apparat.]

Die Ästhetik der Veranschaulichung vermittelt *attention maps* sucht emergente Prozesse in den verborgenen Schichten nach dem naheliegenden Vorbild der neurowissenschaftlichen Hirnintrospektion selbst zu visualisieren (respektive zu sonifizieren, unter Nutzung der Empfindlichkeit des Gehörs als zeitkritisches Erkenntnisorgan). "The attention map, which highlights the important region in the image for the target class, can be seen as a visual explanation of a deep neural network."⁵⁸ Doch jede phänomenologische, d. h. sinnesorientierten Metaphorisierung verfehlt bereits das Wesen algorithmischer Komputation, insofern die Turingmaschine gerade der so genannten Anschauungskrise der Mathematik entsprungen ist.

Den zwei (wenngleich letztendlich inkommensurablen) Körpern der Mathematik zufolge lässt sich die mathematische Welt der *lógoi* ebenso arithmetisch formulieren (die Praxis diskreter Komputation) wie geometrisch (als Diagramme) veranschaulichen. Zunächst scheint damit der Sehsinn geeignet für die Erfassung mathematischer Relationen und Distanzen, wie es in der analytischen Geometrie die vektorbasierten hochdimensionalen "Räume" von KI / ML darstellen.

Radikale Medienarchäologie setzt den optischen Hervorbringungen der AI und den *heat maps* der XAI (analog zum *imaging* in der Neurowissenschaft) "diagrammatic iconicity" (in der harten Lesart von Charles S. Peirce) entgegen: das diagrammatische Denken der Schaltkreise selbst. Die technologische *circuitry* unterscheidet Elektronik von der schlicht technischen elektrischen Zirkularität.

Doch obsiegt der latente Techno-Logozentrismus, wie in der AI-Ausstellung die Installation "My word" (Carme, Puche, Moré 2023) als wortbasierter Bewegtbildgeneration. Der abendländische Logozentrismus, bis hin zu den aktuellen Bildsuchmaschinen⁵⁹, privilegiert die Methode "vom Wort zum Bild". Dies gilt im CCCB auch für "Computers watching movies" (Benjamin Grosser, 2013),

58 Jungkan An / Inwhee Ho, Attention Map-Guided Visual Explanations for Deep Neural Networks, in: Appl. Sci. 2022, 12, 3846 (Abstract);

<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/8/3846>, Abruf 10. Dezember 2023

59 Siehe W. E. / Stefan Heidenreich / Ute Holl (Hg.), Suchbilder. Visuelle Kultur zwischen Algorithmen und Archiven, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2003

bemerkenswerterweise maßgeblich Audiospur-assistiert. Das Abendland entwickelt seinen Bildbegriff entlang des (geschriebenen) Wortes und kehrt selbst in der Metadatierung von *big data* im Machine Learning noch einmal ein.

KI als "soziales Medium":

Die bisherige Opposition aus techniknaher Analyse *versus* Mediensoziologie wird aufgehoben, sobald in den "Soziale Medien"-Plattformen generierte *big data* zum Training von AI genutzt werden, um menschlichen "Geschmack" durch schiere massive Imitation zu emulieren. So aktualisiert etwa der chinesische Modekonzern Shein seine Fast-Fashion Kollektionen in Echtzeit - also im gegenwartsnahen Zeitfenster - durch Künstliche Intelligenz, welche aktuelle Trends aus bildbasierter Social Media-Kommunikation abliest. Bereits Lev Manovichs "social analytics" hatte das Maß an Zufriedenheit von Bewohnern globaler Metropolen aus Selfies bestimmt, deren Mundwinkel statistisch ausgewertet wurde.

ML stellt den Begriff der "social media" selbst vom Kopf auf die Füße, zugunsten des medienaktiven Sozialen. Mit algorithmischer Intelligenz wird technisch "vermittelte" Telekommunikation unter Menschen in eine Quelle von *big data* transformiert, von der sich künstliche neuronale Netze nähren.

Kulturarchäologische Hintergründe der "AI":

Die Ideengeschichte reduziert den Begriff der KI zunächst auf ihre semantischen Anfänge. John McCarthy prägte 1955 den Begriff der Künstlichen Intelligenz als "the science and engineering of making intelligent machines". McCarthy ließ mit dieser *science* die Komplexität des hermeneutischen Verstehensbegriff der *humanities* ebenso außen vor wie den neurowissenschaftlichen Primat und löst sich vom rhetorischen Anthropomorphismus - die Redefigur der *prosopopeia*, welche einem unbelebten Gegenstand menschliche Eigenschaften zuschreibt. Vielmehr wird damit nicht-menschlichen Wesenheiten prinzipiell eine andere, autonome Form von Intelligenz zuerkannt. Daran erinnert auch der kulturarchäologische Ansatz in einer Abteilung der AI-Ausstellung in Barcelona: die Rolle der *kami* in der japanischen Shinto-Religion. Es handelt sich dabei um "intelligente" Kräfte, die einerseits in der Natur, aber auch in / als Werkzeuge(n) respektive Technologien, gar in außergewöhnlichen Menschen als *ingenium* am Werk sind.

Medienwissenschaft weiß mit ihrer *Technológos*-Hypothese, dass in technologischen Schaltungen *ein lógos* am Werk ist, der mehr ist als bloße technische Vernunft.

Von der symbolischen Maschine zur subsymbolischen AI:

Der mallorquinische Philosoph Ramon Lull hat um 1300 eine *ars combinatoria* für Denkfunktionen entworfen, die im Sinne von Peirces Begriff des Diagramms auf die technische Externalisierung angewiesen sind - etwa die mechanische Verschachtelung kreisförmiger Alphabete. Eine solche operative Diagrammatik induziert ihrerseits im Umkehrschluß die Rückfrage nach der *mechané* des menschlichen Denkens selbst, im "logischen" Band der Turingmaschine (Turing 1937).

Mechanisiertes (Schreibmaschine) und maschinisiertes (Computer) Schrift-Setzen ist längst keine schlichte Kulturtechnik mehr. Im "Spiel zwischen Zeichen und Intervallen" - mithin dem typographischen *spatium*, analog zur Funktion der Null in der Algebra - hört "Schreiben auf, handschriftlich-kontinuierlicher Übergang von Natur zu Kultur zu sein. Es wird Selektion aus einem Vorrat, der abzählbar und verräumlicht ist."⁶⁰ Jenseits performativer, also körpergebundener Kulturtechniken des Zählens aber transzendiert die "Null" als operative Ziffer den dezimalen Anthropozentrismus der beiden Zählhände: ein anderer *digitus*⁶¹ jenseits also von "Kulturtechnik", der sich damit vom Menschen zugunsten der Maschine emanzipiert.

Gottfried Wilhelm Leibniz' eines binären, auf die Symbole "0 / 1" reduzierten Zahlensystems war inspiriert vom chinesischen Buch I Ging mitsamt seinen Trigrammen. Soweit die kulturhistorische Lesart. Indessen aber hat erst Leibniz' okzidentaler kalter Blick die Überführung einer "Kosmoteknik" (Yuk Hui) in einen veritablen Mechanismus ermöglicht. Für den taoistischen Automatenbegriff gilt in der vor-naturwissenschaftlichen Epoche: "one could not insist upon a clear distinction between organismic and mechanistic conceptions"⁶².

Es war dann die "Bombe" in Bletchley Park, die mit rechnenden Zylindern (in umgekehrter alphabetischer Reihenfolge) die Nachrichtenverschlüsselung der ENIGMA(schine) der deutschen Wehrmacht im Zweiten Weltkrieg dekodierte. Gleich spätere künstliche Intelligenz unterstellte die "Bombe" die Wahrscheinlichkeit - nicht die

60 Friedrich Kittler, *Aufschreibesysteme 1800/1900*, München (Fink) 1985, 201

61 Dazu Horst Wenzel, *Von der Gotteshand zum Datenhandschuh: zur Medialität des Begreifens*, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (Hg.), *Bild - Schrift - Zahl*, München (Fink) 2003, 25-56

62 Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, Bd. 2: *History of Scientific Thought*, London / New York (Cambridge UP) 1956, Unterkapitel "Automata and the philosophy of organism in Chuang Chou", 53 f. (54)

Gewißheit - bestimmter Worte in den abgelauschten ENIGMA-kodierten Funkbotschaften.

Die Schreibmaschinentastatur der ENIGMA folgte gegenüber solcher Stochastik ihrerseits noch einem statistischen Modell: die QWERTZ-Anordnung der Tasten aus Rücksicht von Buchstabenhäufigkeit auf mechanische Typenhebel-Verklümmungen ("Friktionen").

Ausgerechnet in Blechley Park (Milton-Keynes) fand sich am 1./ 2. November 2023 ein politischer Gipfel zur AI-Sicherheit zusammen - also verortet im medienepistemischen Denkraum, der sich von Turing 1937 bis zur Fragestellung von Turing 1950 ("Können Maschinen denken?") erstreckt. Die universelle Turingmaschine (UTM) ist in der Lage, jede andere Maschine zu emulieren - insofern deren Signale zu diskreten Daten abstrahiert - konkret: ABCtrahiert - wurden, also: alphabetisiert zu einem diskreten Zeichensatz).

Aus Kurt Gödels Unvollständigkeitssatz resultiert der Imperativ, AI von der Algorithmentheorie her zu denken: Es ist vorab prinzipiell (*en arché*) unabsehbar, wie sich ein vorgegebener Algorithmen konkret in Konfrontation mit "big data" verhält.⁶³

Die konkreten Mechanismen der AI:

Im Krebsgang vom Gedankenexperiment zu den tatsächlichen Szenarien von Künstlicher Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) sucht Medienarchäologie deren Mikromediendrama zu identifizieren, d. h. die konkreten Übergangsmomente respektive Transformation zwischen der symbolischen Ordnung und dem subsymbolisch Realen. Was geschieht wirklich zwischen dem abstrakten mathematischen Modell (in seiner algebraischen Formulierung), seiner Umsetzung in Quellcode-Programme (Software), und schließlich in der konkreten Implementierung als Hardware: Hat der Logos diese Übergänge im Griff, oder artikuliert sich hier ein un-menschlicher *páralogos*? Laut Peirce umfasst die "diagrammatische Ikonizität" die mathematische Formel ebenso wie den konkreten elektronischen Schaltkreis - in gleichursprünglicher Äquivalenz? Der logozentrischen Lesart "von der Mathematik zum Mikrochip" steht ein induktives Verständnis der Mechanismen von KI / ML gegenüber, das von den Verfügbarkeiten (und Verführungen) von Hardware selbst ausgeht. Zudem sind die mathematischen Modelle ihrerseits bereits positivistisch an neurowissenschaftlichen Erkenntnissen zu Hirnfunktionen orientiert.

63 Dazu auch M. Beatrice Fazi, *Contingent Computation: Abstraction, Experience, and Indeterminacy in Computational Aesthetics*, London (Rowman & Littlefield) 2018

Nicht vollständig vorweg kalkulierbar aber ist (im Sinne von Gödel / Turing) für die Python-Programme künstlicher neuronaler Netze die konkrete Interaktion mit den zu prozessierenden *big data*.

Die medienarchäologische Analyse von AI / ML trennt zwischen deren symbolischen Mechanismen (algebraische Formeln, Algorithmen, Diagrammen) und ihren konkreten technischen Verwirklichungen als Maschinen. Künstliche Neuronale Netze basieren einerseits auf Modellen wie Rosenblatts Perceptron, Feed Forward Neural Networks, Convolutional Neural Networks, sowie Recurrent Neural Networks⁶⁴ - sowie dem Transformer-Modell, dessen Initiale sich im Akronym von ChatGP" T" manifestiert.

Maschinelles Lernen erfolgt dabei - gemäß Hebbs Lernregel - konzeptuell auf der Basis des *reinforcement* - eine Rekursion der kybernetischen Figur der je nach Lage positiven respektive negativen Rückkopplung.

Exkurs zur Regelung des Einsatzes von KI / ML von Seiten der EU:

Im Dezember 2023 hat sich das EU-Parlament für eine gesetzliche "Regelung" (also politische Kybernetisierung im Sinne der Foucaultschen *gouvernementalité*) von KI entschieden - *nota bene* nicht in technischer Hinsicht, sondern bezüglich ihrer Anwendungsebene: über die diskursiven Voreinstellungen von Trainingsdaten bis hin zum Verbot von Gesichtserkennung im öffentlichen Raum. Diesem menschenseitigen Ansatz gegenüber lenkt Medienarchäologie im Sinne der Apparatus-Theorie die politische Aufmerksamkeit auf die Modifikationen der innewohnenden Technologie selbst. Das von keiner Medienethik oder geplantem AI-Office limitierte epistemogene Experiment von und mit Machine Learning gehört zum Wesenskern der alteuropäischen Allianz von Technikforschung und Denkfreiheit der Wissenschaft.

Ein verpflichtender Stempel für "KI-generierte" Produkte, wie es etwa die EU-Gesetzgebung ins Auge fasst, ist lediglich eine verwaltungstechnische Antwort auf die epistemische Herausforderung des Turing-Tests. Aus medienarchäologischer Sicht gilt es nicht schlicht die (Mit)Arbeit von KI bloß diskursiv offen zu legen, sondern vielmehr die KI / ML-Mechanismen selbst zu offenbaren: die Durchschaubarkeit von KI / ML also tiefer zu legen, *medias in res* der künstlich-neuronalen Technologien selbst.

Im Kern schlägt Brüssel nun für den Einsatz von KI / ML in systemrelevanten Bereichen (wie etwa kritische Infrastruktur) die menschenseitige Kontrolle vor. Damit wird in der Tradition einer instrumentellen Technikphilosophie am anthropozentrische Primat festgehalten und gerade diesbezüglich der eigentliche

64 <https://datasolut.com/neuronale-netzwerke-einfuehrung>

medienepistemische Umbruch fehldiagnostiziert. Die Autonomisierung von KI / ML kennt diese Definition von Mensch gegenüber Maschine in techno-logischer Konsequenz gerade nicht mehr, respektive überschreitet sie. Von medienepistemischem Interesse ist hier der Ansatz der Generative Adversarial Networks in der Bildsynthese, indem zwei künstliche neuronale Netze hier gegeneinander spielen: ein Generator und ein kunstkritikähnlicher Diskriminator. "Zu Beginn des Trainings sind die Gewichte beider Modelle mit zufälligen Werten initialisiert: Der Generator produziert daher zunächst leidkglgich Rauschen, also graue Bilder ohne jede erkennbare Kontur. Der Diskriminator bekommt zufällig ausgewählte Originale" - extern eingespeist - "und Fälschungen des Generators präsentiert. Solange der Diskriminator untrainiert ist, sind die von ihm getroffneen Unterscheidungen lediglich geraten"⁶⁵; sogenannte Verlustfunktionen durch (Pseudo-)Zufallszahlen ermöglichen hier eine Differenzierung derart, dass der Generator den Diskriminator mit immer überzeugenderen Mustern zu "überlisten" sucht: *mechané* im altgriechischen Sinne, neudeutsch: *deep fakes*, "die selbst menschliche Betrachter nicht mehr als Fälschungen erkennen können" (262).

Die neue EU-KI-Regelung erstreckt sich bis zum massiven Energieressourcenverbrauch von KI / ML. Auch damit aber verfehlt sie das Wesen der Informationsgesellschaft, deren Kern - Norbert Wiener zufolge - nicht primär Materie und Energie, sondern das wahrscheinlichkeitstheoretische mathematische Maß des *bit* selbst ist. "Keine andere Rechenmaschine erreicht die Wirtschaftlichkeit des Gehirns."⁶⁶ Dennoch bildet die für die einzelne maschinale Operation notwendige Energie "nicht einmal ein angemessenes Maß der Funktion selbst" (ebd.), insofern ihr Energieverbrauch subkritisch gegenüber der binären Information (sei es im Hirn, sei es in der elektronischen CPU) ist: Negentropie vs. Metabolismus (kybernetisch verstanden als die Gesamtheit der chemischen oder elektrischen Umwandlungen von Stoffen im Körper respektive Hardware von Lebewesen und Maschinen).

Soweit zur "künstlichen Intelligenz", wie sie zumeist noch auf klassischen Computern technisch installiert ist. Überhaupt mag "KI" besser durch den Begriff von "technischer Intelligenz" ersetzt werden, weil er im Wortspiel ambivalenter ist und der Technik eine Eigenintelligenz zutraut.

Technische neuronale Netze im / als Analogcomputing

65 Pit Noack / Sophia Sanner, Künstliche Intelligenz. Eine spielerische Einführung, 2. aktualisierte Bonn (Rheinwerk) 2023, 261

66 Norbert Wiener, Rechenmaschinen und das Nervensystem, in: ders., Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, Kap. 5: 147-166 (166)

Digitalcomputer sind ihrerseits nicht daran interessiert, ob auf ihnen gerade ein topologisch neuronales Netz namens Künstlicher Intelligenz oder andere mathematischen Modelle als Software und Daten "geladen" sind.

[Die binäre Stromspannung stellt das kleinste "Alphabet" im elektrotechnisch Realen dar. Seine Mächtigkeit beruht gerade aus der kalkulierenden Dummheit gegenüber kultureller Semantik. Künstliche Intelligenz beruht auf dieser "Dummheit" respektive "Bestie" (*alphabêtise*). Eine Kette von Vorschriften (Algorithmus) kann "auch jemand ausführen [...], der keinerlei Intelligenz besitzt - z. B. eine Maschine."⁶⁷ Die ins-Werk-Setzung einer solchen technologischen Skrupellosigkeit ist ihrerseits allein einer Kultur möglich, die beharrlich auf den Umgang mit kleinsten bedeutungslosen Elementen kulturtechnisch hin trainiert worden ist - eine Folge der altgriechischen Diskretisierung des stimmlichen Redeflusses in Form des Alphabets.]

Doch was, wenn sich die algorithmischen Vorgaben von *computing* fortan *in* der Computermaterie selbst ereignen - die In/formation also von einem logisch intransitiven zu einem transitiven Verhältnis ihres Rechenmediums wechselt, mithin: vom Symbolischen der Ziffern ins physikalisch Reale eines Analogrechnens zweiter Ordnung?

Aristoteles zufolge bestehen Substanzen aus Stoff (*hýlē*) einerseits und Form (*morphē*) andererseits. "Wenn zu der Materie eine bestimmte Form hinzutritt und sich mit ihr verbindet, entsteht ein Ding. Die Materie als dasjenige, woraus etwas wird, bietet dem werdenden die Möglichkeit, zu sein [...]. So ist Erz ein Stoff, aus dem eine Statue entstehen kann oder auch nicht entstehen kann"⁶⁸ - oder eben auch Silizium als informierte Basis von Mikrochips im *computing*. "Als abstrakte Prinzipien sind Form und Materie unentstanden und unvergänglich; real und konkret existieren sie auf der Erde nicht eigenständig, sondern nur gemeinsam in ihren unterschiedlichen entstehenden und vergehenden Zusammensetzungen [...]" - als Verwicklung von Logos und Materie. Darunter firmiert bei Aristoteles vor allem die substantielle Veränderung: dass nicht schlicht eine bereits bestehende Substanz neue akzidentelle Bestimmungen annimmt, "sondern dass eine Substanz selbst neu entsteht" (Wikipedia ebd.).

Konzeptionelle Wesenheiten wie die Seele sind zwar unvergänglich und als solche keine Materie - mithin "reine Form, und die ihr zugeordnete Materie ist diejenige des physischen Körpers" (Wikipedia ebd.). Diese Zuordnung aber ist medientechnisch gleichursprünglich. Im Sinne des

67 Martin Warnke, Das Medium in Turings Maschine, in: ders. u. a. (Hg.), HyperKult, Frankfurt/M. xxx 1997, 69-82 (70)

68 <https://de.wikipedia.org/wiki/Hylemorphismus>, Abruf 19. Dezember 2023

antiken Neuplatonismus "existiert die geistige ('intelligible') Welt real" (Wikipedia ebd.) - und damit auch die aus der mathematischen Theorie geborene Turingmaschine.

In der wissensgeleiteten Kultur kommt neu generierte "logotechnische" Materie als *active matter* respektive *matter of activity* hinzu: Der auf der Plattform Github aktualisierte Code des Google-Projekts Deepmind enthält nunmehr auch den Code zum Downloaden von chemischen Bauplänen für neuartige Substanzen. Auch hier "besteht die Künstliche Intelligenz aus zwei Prozessen: zum einen dem Textmining (Durchsuchen) bekannter Studien über chemische Stoffe, zum anderen einer Datenbank über theoretisch erzeugbare luftstabile und neuartige Stoffe, die von Deepmind im Lauf eines Jahres berechnet wurden und teils aus einem Vorläuferprojekt namens Materials Project stammen."⁶⁹ Während etwa die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien rund zwei Jahrzehnte kostete, behauptet die KI von Deepmind dagegen innerhalb eines Jahres 45-mal so viele Kristallstrukturen berechnet zu haben wie in der gesamten zurückliegenden, rund 800-jährigen Wissenschaftsgeschichte entdeckt wurden.⁷⁰

Die so benannten Graph Networks for Material Exploration (Gnome) von DeepMind als Form von medien(en)aktiven *Technológos* agieren bereits jenseits des kognitionswissenschaftlichen Enaktivismus-Ansatzes von Clark / Chalmers, die darunter schlicht noch eine Erweiterung des menschlichen Geistes verstehen. Dem Embodied Cognitive Science-Ansatz zufolge emergiert Kognition aus der Interaktion von Lebewesen mit ihrer Umwelt. "Dabei ist zentral, dass das Lebewesen als complete agent körperlich mit der Umwelt interagiert (Embodiment; embodied und situated cognition)."⁷¹ Als Alternative zu Kognitivismus, Computationalismus und Dualismus verwirft der Enaktivismus "ältere Ansätze der Kognitionswissenschaften, die Geist (Mind) auf mentale" - respektive rein sprachlich-strukturelle - "Repräsentationen zurückführen wollen" (ebd.).

69 Marcus Schwarze, "Google baut Mischpläne für 2,2 Millionen neue Stoffe" (aktualisierter Eintrag 12. Dezember 2023), <https://www.faz.net/pro/d-economy/kuenstliche-intelligenz/google-baut-mischplaene-fuer-2-2-millionen-neue-stoffe-19379043.html>, Abruf 20. Dezember 2023

70 Schwarze ebd. Siehe auch Henning Schoenenberger, Introduction, in: Beta Writer, Lithium-Ion Batteries. A Machine-Generated Summary of Current Research, Cham (Springer Nature) 2019, v-x

71 <https://de.wikipedia.org/wiki/Enaktivismus>, Zugriff 20. Dezember 2023. Siehe Francisco Varela / Evan Thompson / Eleanor Rosch, The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience, Cambridge, MA (MIT Press) 1991

Erprobt wurde die KI-synthetische Genetik zunächst in Konsequenz von AlphaZero. Vom symbolischen Regime der massiv datentrainierten Mensch-Maschine-Spiele (AlphaGo) schritt KI / ML in Googles Tochterunternehmen DeepMind bereits über rein regelbasiertes Selbstlernen (AlphaZero) hin zur biologischen, genbezogenen Einbettung fort (AlphaFold). KI / ML stellt sich damit auf die eigenen Füße. Ihr Techn/ógos erhebt sich: "allowing a system to reconfigure itself based "on the data it collects [...] without the need to be explicitly reprogrammed by a human" (Begleittext AI-Ausstellung CCCB). Charles Babbage hat diese Selbst(um)programmierung in einer Randbemerkung zu seiner Analytical Engine geahnt.

Doch die metaphysikkritische Rückfrage lautet: Was heißt hier *DeepMind*? "Das offizielle Unternehmensziel von Google DeepMind ist, Intelligenz zu verstehen ('Solve Intelligence'). Im Gegensatz zu anderen Künstlichen Intelligenzen wie beispielsweise Deep Blue von IBM hat Google DeepMind kein vordefiniertes Ziel [...]. Statt ausschließlich auf ein neuronales Netz zu setzen, erweiterte man die KI mit einem Kurzzeitspeicher, um somit die Fähigkeit eines künstlichen Gedächtnisses zu simulieren. Die Entwickler von Google DeepMind bezeichnen die Künstliche Intelligenz deshalb auch als 'neuronale Turingmaschine' und nicht als neuronales Netz."⁷²

[Ursprünglich waren die hier zum Einsatz kommenden digitalen GPUs auf visuelle Daten für Computer und Spielekonsolen ausgerichtet und geben die berechneten Grafiken an ein Display aus. Bilddatenverarbeitung erhält im Kontext von Machine Learning eine epistemologisch tieferliegende Funktion: "GPUs sind wegen ihrer Spezialisierung auf Grafikberechnungen und Konzentration auf massiv parallelisierbare Aufgaben den CPUs in ihrer theoretischen Rechenleistung meist deutlich überlegen."⁷³ Massively Parallel Processing (MPP) bezeichnet in der Informatik "die Verteilung einer Aufgabe auf mehrere Hauptprozessoren, die jeweils auch über eigenen Arbeitsspeicher verfügen können"⁷⁴. GPUs erzielen für die Prozessierung von KI / ML eine Beschleunigung der Rechenleistung, indem hier deren Parallelverarbeitung bei der Bilderkennung ausnutzt wird.⁷⁵]

Der Neuronen-Analogrechner Hermes von IBM basiert demgegenüber auf dem Konzept des *selbstrechnenden Speichers* (Computational Memory) - im Unterschied zur Speicherprogrammierbarkeit in der von Neumann-Rechenarchitektur des Computers. In auf Rechnern der von Neumann-Architektur realisierten künstlichen neuronalen Netzen müssen die

72 <https://de.wikipedia.org/wiki/DeepMind>, Abruf 20. Dezember 2023

73 <https://de.wikipedia.org/wiki/Grafikprozessor>

74 https://de.wikipedia.org/wiki/Massively_Parallel_Processing, Zugriff 20. Dezember 2023

75 <https://de.wikipedia.org/wiki/Grafikprozessor>

Gewichte der Eingänge jedes Neurons zeitaufwändig aus dem Speicher geladen werden, um dann mit den Aktivierungswerten multipliziert zu werden. "Beim rechnenden Speicher hingegen erfolgt die Berechnung direkt im Speicher, ein Großteil der Kommunikation entfällt."⁷⁶ Denn diese Berechnungen erfolgen "analog", indem die Aktivierungswerte als pulsweitenmoduliertes Signal konzipiert und real angelegt werden. "Das Signal erzeugen Digital-Analog-Wandler" (Hiltscher 2023) - mithin eine Rückverwandlung des symbolverarbeitenden konzeptuellen Mechanismus namens Computers in signalprozessierende physikalische Welt. "Jeweils 256 Eingänge führen auf eine gemeinsame Leseleitung, welche die Einzelspannungen summiert. Jede Leseleitung lädt einen Kondensator, dessen Spannung am Ende von einem Analog-Digital-Wandler ausgewertet und in einen Digitalwert [zurück-]gewandelt wird." (ebd.).

Dementsprechend lässt sich ein künstliches Neuron mit dem Analogcomputer schalten und existiert damit nicht primär als abstrakte "Information", sondern elektrotechnisch konkret: "fast schon KI zum Anfassen!"⁷⁷

Ein Aufsatz von 1962⁷⁸ beschreibt, wie ein biologisches Neuron mithilfe eines Analogcomputers zumindest in seinem elektrischen Verhalten simuliert werden kann. Das Reale bleibt den komplexen kinetischen chemischen Reaktionen vorbehalten, welche mathematische Modelle lediglich zu approximieren vermag (Turing 1950 über "Morphogenese").

Mit alternativen Verkörperungen sind es nicht mehr nur der Schaltplan und der Code, also das Regime des Symbolischen, in dem sich der *Technólogos* - wenn nicht "die Wahrheit" - von KI / ML im elektronisch Realen kund gibt, sondern die subsymbolische elektronische Materie / Energie schreibt an der Information - Wiener zum Trotz - mit. Der hier in Anführungsstriche gesetzte Wahrheitsbegriff ist eine Anspielung auf eine posthume Sammlung von maßgeblichen Aufsätzen Friedrich Kittlers.⁷⁹ Wahrheit aber meint altgriechisch (Heideggers Hinweis) und technologisch (Medienarchäologie) vielmehr eine "Un/verborgenheit" (*alétheia*). Des techno-logischen Wesens von KI / ML lässt sich weder

76 Johannes Hiltscher, Eintrag "Analogchip greift nach der KI-Inferenz-Krone" auf der Webseite golem.de, <https://www.golem.de/news/ibm-hermes-analogchip-greift-nach-der-ki-inferenz-krone-2308-176772.html>, Abruf 2. Dezember 2023

77 E-Kommunikation Raphael Tostlebe, 1. Dezember 2023

78 F. F. Hiltz, Analog Computer Simulation of a Neural Element, in: IRE Transactions on Bio-Medical Electronics (Januar 1962), 12-19

79 Friedrich Kittler, Die Wahrheit der technischen Welt. Essays zur Genealogie der Gegenwart, hg. v. Hans Ulrich Gumbrecht, Berlin (Suhrkamp) 2013. Der emphatische Titel wurde den darin versammelten Essays vom Herausgeber aufgestempelt.

direkt auf Computerplatinen angesichts werden, noch durch präzise Codephilologie, sondern erst als Entbergung ihrer technomathematischen Modellierung, mithin: als dynamische *mathesis*.

Medienarchäologischer Fokus auf der "Künstlichkeit" neuronaler Netze

Hegel würde diesen Satz wohl nicht verzeihen: "Künstlich" (im Sinne von "technisch") ist allein eine Intelligenz, deren Begriff nicht mehr exklusiv am Menschen orientiert ist und stattdessen ein *Techno/ógos* spricht. Die eigentliche Medienbotschaft "künstlicher" neuronaler Netze ist ihre elektronische - und damit komputativ rechenbare, modellierbare, und damit kontrolliert experimentierbare, aber eben auch: mathematisierte⁸⁰ - Alterität gegenüber biochemischen Neuronen.

Verbunden ist damit (im Sinne von McLuhans zentralem Medientheorem) neben den anthropozentrischen ästhetischen Inhalten als die eigentliche Medienbotschaft künstlicher neuronaler Netze die Eingewöhnung einer anderen Denkweise: Menschfunktionen selbst zunehmend in maschinalen und algorithmischen Begriffen zu denken.

Transzendiert das aktuelle *machine learning* mit seinen künstlichen neuronalen Netzen und dem damit verbundenen subymbolischen Ansatz seiner (nichtsdestotrotz) mathematischen Modelle bereits die bisherige symbolverarbeitende Maschine⁸¹ namens Digitalcomputer? "Kritische Vernunft" wird hier techno-logisch operativ.

In dessen Gefolge wandeln sich die Begriff von Medienwissenschaft und von Technologie als Wissen *über* Medien und Technik zu Medien- und Technikwissen von Seiten der energetisch in/formierten Materie selbst - in Richtung eines "transzendentalen Computers" (Laruelle), einer "unified theory of thought and computing [calcul]".⁸² Als *transzendental* bezeichnet Immanuel Kant "Begriffe [...], die nicht durch empirische Erfahrung erworben werden können, deren Bestehen [...] aber

80 Giuseppe Longo, Quantifying the World and Its Webs: Mathematical Discrete vs Continua in Knowledge Construction, in: Theory, Culture & Society, vol. 36, issue 6 (November 2019)

81 Sybille Krämer, Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988

82 François Laruelle, The Transcendental Computer: A Non-Philosophical Utopia, übersetzt von Taylor Adkins / Chris Eby [*L'ordinateur transcendantale: une utopie non-philosophique, in: François Laruelle (Hg.), Homo ex machina, Paris (l'Harmattan) 2005, 5-19], web site "Speculative Heresy", <https://speculativeheresy.wordpress.com/2013/08/26/translation-of-f-laruelles-the-transcendental-computer-a-non-philosophical-utopia>

vorausgesetzt werden muss", damit Erfahrungswissen als Erkenntnis ermöglicht wird. Solch apriorische Bedingungen *transzendieren* zwar den Bereich des empirisch Erfahrbaren, sind indessen "von diesem nicht losgelöst (transzendent)"⁸³.

Zu solchen erkenntnisfunktionalen Aprioris gehört *computing*, das als Mathematik-im-Vollzug gerade *kein* geschlossenes transzendentes System (*noumenon*) darstellt, wie es Kurt Gödel metamathematisch (1931) und Alan Turing mechanistisch (1937) nachwies, sondern technomathematisch transzendental Empirie und Gedankending tatsächlich als *thought experiment* verschränkt.

Dies alles ereignet sich in der Sphäre mathematischer Modelle von Künstlicher Intelligenz, doch bislang nur ansatzweise auch in der Welt real existierender Hardware. "Künstliche Neuronale Netze sind Algorithmen, die dem menschlichen Gehirn nachempfunden sind", heißt es auf der Webseite *datasolut*⁸⁴ - mithin also nach wie vor Mechanismen im Sinne Turings respektive der *computational neural science*. Ein künstliches Neuron ist indessen in seiner technischen Konkretion nur in Grenzen eine Analogie zur biologischen Zelle und ihr gerade durch ihre techno-logische Natur nicht wesensgleich. Bei aller neurowissenschaftlicher Impulsgebung gilt die Einschränkung, dass die "Neuralität" künstlicher Graphen höchst beschränkt ist. Sie stellen vielmehr einen statistischen *machine learning* -Algorithmus dar, also: einen Mechanismus.

Das kybernetische Paradigma des *symbolic reasoning* in der KI-Forschung der 1960er und 1970er Jahre wird heutzutage "as a dead end" begriffen⁸⁵ - bildet aber in der Tat nach wie vor den *Technológos* ab, wie er für die diskrete Komputation maßgeblich ist.

"Symbolische KI beinhaltet die Verwendung von formaler Logik und regelbasierten" - mithin algorithmischen, also programmierbaren - "Systemen zur Repräsentation von Wissen und zur Entscheidungsfindung, während subsymbolische KI maschinelles Lernen zur Entwicklung intelligenter Verhaltensweisen basierend auf Mustern und statistischer Analyse einsetzt [...] um die Funktionsweise biologischer Neuronen zu simulieren. Das resultierende System kann lernen und sich an neue Situationen anpassen, ohne explizit programmiert zu werden."⁸⁶

83 <https://de.wikipedia.org/wiki/Transzendental>, Abruf 20. Dezember 2023

84 <https://datasolut.com/neuronale-netzwerke-einfuehrung>, Abruf 15. November 2023

85 Mackenzie 2017: 46

86 Webseite PPT5, Eintrag "Symbolische KI vs. Subsymbologische KI" (J. O. Schnepf), <https://gpt5.blog/symbolische-ki-vs-subsymbologische-ki>, Abruf 24. Januar 2024

"Diese beiden Ansätze zur KI haben grundsätzlich unterschiedliche Herangehensweisen an die Darstellung der Welt [...]" (GPT5 ebd.) - doch nur im phänomenologischen Sinne. "Der symbolische Ansatz basiert hauptsächlich auf Logik und Linguistik" (ebd.). Ist der subsymbolische Ansatz demgegenüber assoziativ, und an die Stelle des *Technalógos* von Weizenbaums ELIZA Chatbot tritt ein *Technalógos*? "Während die subsymbolische KI in Aufgaben wie Bild- und Spracherkennung erfolgreich war, hat sie Schwierigkeiten mit Aufgaben, die komplexere Logik und Entscheidungsfindung erfordern." (ebd.)

"Beispiele für subsymbolische KI sind künstliche neuronale Netze, genetische Algorithmen" - biochemische Morphogenese im Sinne von Turing 1952? - "und Systeme der unscharfen Logik" (GPT5 ebd.) - *fuzzy*, aber immer noch: *logic*.

[Gotthard Günther plädiert in diesem Sinne für eine mehrwertige Logik, da "die klassische, durch Aristoteles erstmalig partiell kodifizierte formale Logik kein ausreichendes Fundament für die moderne Wissenschaft mehr liefert".⁸⁷]

"Diese Modelle werden mit großen Datensätzen trainiert und können lernen, Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen, ohne explizit programmiert zu sein." (GPT5 ebd.) - im Sinne einer "transzendentalen Logik" (Kant)?

"Durch die Analyse von Daten und Anpassung der Gewichte des Netzwerks können subsymbolische KI-Modelle 'lernen', Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen, ähnlich wie das Gehirn Informationen verarbeitet." (GPT5 ebd.) Doch bleibt der Modus dieser Operativität diskret, nämlich numerisch (Gleitkommastellenberechnung).

Hier setzt Giuseppe Longo Kritik am numerischen, mithin ganzzahlig (oder *computable real numbers*) diskreten (*computational*) Zugang zur Natur ein: "nature does not compute"⁸⁸. Ist die pythagoreische Annahme einer weltinhärenten ganzzahligen Mathematik eine kulturtechnisch (Rechnen, Zählen) bedingte (Rück-)Projektion der Turingmaschine ins physikalische Universum, oder dessen epistemische Ent-Deckung? Bilden

⁸⁷ Gotthard Günther, Die Theorie der "MEHRWERTIGEN LOGIK" [1971], https://www.vordenker.de/ggphilosophy/gg_theorie-mehrwert-logik.pdf, Abruf 24. Januar 2024

⁸⁸ Giuseppe Longo, Information at the Threshold of Interpretation. Science as Human Construction of Sense, in: A Critical Reflection on Automated Science. Will Science Remain Human?, hg. v. Bertolaso / Sterpetti, Springer 2019; www.di.ens.fr/users/longo/files/Information-Interpretation.pdf. Siehe demnächst auch J. Lassègue / G. Longo, *L'alphabet de l'esprit. Critique de la raison numérique* (2024)

aktuelle *multi-layered* künstliche neuronale Netze - selbst noch im "subsymbolischen" Ansatz - genau diese mathematische Ästhetik ab, insofern sie im Kern einen statischen - wenngleich nichttrivialen, weil "lernfähigen" - Mechanismus darstellen, der Input in Output wandelt und damit eine *black box* im Sinne der Kybernetik darstellt? "Moreover, so far, their continuous dynamics must be encoded in discrete state machines" (Longo 2019) - aber eben nur *so far*.

Online: Vergleich der "explainable" symbolische KI (am Beispiel der Klassifizierung eines "Apfels") mit der subsymbolischen KI (Apel als numerische Wichtungen), <https://gpt5.blog/symbolische-ki-vs-subsymbolische-ki>, Abruf 24. Januar 2024

Tatsächlich sind auch Neuronale Netzwerke Teil der symbolischen Ordnung, nämlich differentiale Gleichungssysteme: "Das ist reine Mathematik [...]. Es gibt für mich keine prinzipiellen Unterschiede. Natürlich sind Zahlen Symbole. Ich kenne niemanden, der behauptet, Zahlen wären keine Symbole. Von daher sind alle diese sogenannten subsymbolischen Ansätze selbstverständlich symbolisch."⁸⁹

[Die subsymbolische KI ist "in der Lage, massive Datensätze zu verarbeiten und mithilfe von maschinellem Lernen und neuronalen Netzwerken aussagekräftige Muster zu extrahieren." (GPT5 ebd.)]

[An den "hermeneutischen" Grenzen der XAI: "Beispiele für Anwendungen der subsymbolischen KI sind Spracherkennungssysteme, Bilderkennungssysteme und selbstfahrende Autos. Allerdings haben diese Systeme Einschränkungen in ihrer Fähigkeit, ihre Entscheidungen zu erklären, was zu Bedenken hinsichtlich Transparenz, Rechenschaftspflicht und möglichen Verzerrungen führt." (GPT5 ebd.)]

"Viele Modelle und Algorithmen zu künstlichen neuronalen Netzen entbehren [...] einer direkt plausiblen, biologischen Motivierung. Dort findet sich diese nur im Grundgedanken der abstrakten Modellierung der Nervenzelle."⁹⁰ Die Wahrheit der technoneuronalen Welt ist eine andere und folgt einer anderen Logik respektive MateRealität. Umso erstaunlicher ist die Hardwarevergessenheit⁹¹ im aktuellen KI-Diskurs. Lässt sich künstliche Intelligenz unter Absehung ihrer jeweiligen techno-

89 Katharina Morik, Institut für Informatik, Universität Dortmund, in einem Gespräch vom 24. Juni 1992, zitiert in: Petra Ahrweiler, Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs, Waxmann (Münster / New York) 1995, 26

90 https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliches_Neuron, Abruf 15. November 2023

91 Siehe Friedrich Kittler, Hardware. Das unbekannte Wesen, in: Sybille Krämer (Hg.), Medien - Computer - Realität, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1998, 119-132

logischen Existenzweise "verstehen" (Buchtitel Noack / Sanner 2023), mit alleinigem Fokus auf der Architektur und den Kodierungen ihrer Modelle? Der *techné*-Sinn von "künstlich" scheint vergessen.

Medienarchäologische Analyse widmet sich demgegenüber - im Anschluss an die Wissensarchäologie Foucaults als Diskursanalyse - eben nicht nur dem Grundprinzip (*en arché*), sondern auch der konkreten technischen Realisierung als tatsächlich *operatives* Diagramm.

Zumeist aber wird die konkrete technische Realisation *nicht* thematisiert und damit die Kontingenz des Realen aus dem symbolischen Regime des Modells aus geschlossen. Hephaistos als altgriechischen Gott des Feuers und der *techné* steht für die Allianz von Elektrizität und Hardware, wie sie in der Moderne als technologischer Verbund real wird. Neurophotonische Schaltkreise etwa folgen logisch dem Modell neuronaler Netze, sind aber "künstlich" - also technisch - in Hinsicht ihrer eigentlichen Medienbotschaft: einer andersartigen Denkbareit der Kopplung von Materie und Licht. Photonisch integrierte Schaltkreise nutzen "die nichtlineare Photonen-Plasmonen-Halbleitertechnologie, um eine ultraschnelle und energieeffiziente Informationsverarbeitung im mittleren Infrarotbereich zu ermöglichen."⁹² Mit McLuhan gelesen, heisst dies: die "Inhalte" solcher Verfahren sind Informationsverarbeitung, doch ihre eigentliche Medienbotschaft ist eine grundsätzlichere: die "Verlichtung" von *computing*, an der Bruchstelle zur Quantenphysik.

Positionierung techniknaher Medienwissenschaft gegenüber KI / ML

"Jedes noch so triviale Regelwerk wird heute pauschal als 'KI' bezeichnet" (Kastl 2023), ist aber zumeist als Mechanismus noch mit Leichtigkeit logisch zu fassen. Wirklich verschachteltes ("deep") *machine learning* hingegen scheint in seiner komputativen Komplexität kaum noch durchschaubar.

Die medienarchäologische Kunst liegt darin zu unter- und zu entscheiden, auf welcher Ebene die *kritische* Analyse von KI / ML ansetzen soll - respektive darin, die verschiedenen *layers* allesamt durchzuspielen - von der untersten elektrophysikalischen Ebene bis hin zum topologischen Modell. "Kritik" hat hier neben ihrer aufklärenden Absicht auch die Funktion der Identifizierung der *epistemogenen* Momente operativer (d. h. nicht mehr nur menschlich-performativer, körpergebundener) Kreativität.

92 Meldung "Künstliche Neuronen auf der Grundlage von Halbleitertechnologie" vom 26. Juni 2023, Webseite der Ludwig Maximilians-Universität München, <https://www.lmu.de/de/newsroom/newsuebersicht/news/kuenstliche-neuronen-auf-der-grundlage-von-halbleitertechnologie.html>

Damit ist die medienarchäologische Analyse von "XAI"⁹³ nicht schlicht eine Ausweitung, sondern ein bereits posthistorisches Nachspiel zum notorischen Theorem des Diskurstifters einer techniknahen Medienwissenschaft, der einst verkündete: "There is no software"⁹⁴.

Diese *posthistorische* Lesart ist zugleich das Dementi und die Bestätigung von Kittlers Aussage. Hardware ist nach wie vor die notwendige, aber nicht mehr hinreichende Begründung der Macht von künstlichen neuronalen Netzen. Vielmehr artikuliert sich hier der technisch-mathematische Doppelsinn von "radikaler" (das mathematische Symbol der Quadratwurzel *radix*) Medienarchäologie.

Der methodische Schwerpunkt dieser Thematik liegt damit auf dem *Technológos* von / als "Künstliche(n) Intelligenz".

Eine andauernde Aufgabe von Medienwissenschaft bleibt es, Technologien durchschaubar zu halten. Gegenüber einer gewissen Metaphysik im aktuellen KI-Diskurs heißt dies, die konkreten Szenen des "Deep" Machine Learning medienarchäologisch zu *erden*. Denn nichts ist wirklich "tief" oder gar "verborgen" in künstlichen neuronalen Netzen. Selbst ihre Mehr"schichtigkeit" und "Faltungen" (*convolutional*) sind eine semantische Verführung flacher Topologien, Matrizen und zeitkritischer Passagen der Datenprozessierung. Graphentheoretisch formuliert gibt es keine vernetzten "Neuronen", sondern das Modell besteht aus Knoten, welche Informationen von anderen Knoten (*alias* "Neuronen") "modifizieren und als Ergebnis ausgeben" - und zwar Input- und Outputschicht einerseits, und dazwischen (äquivalent zum Medien"kanal") die sogenannten *hidden layers*. (datasolut a. a. O.). Interessanterweise stellt auch der Wikipedia-Eintrag über "Künstliches neuronales Netz" Begriffe wie Schichten (englisch *layers*) nicht infrage oder lässt sie ohne hypermedialen Verweis.⁹⁵ Hinsichtlich eines Speicherbausteins oder eines Prozessor-Opcodes gibt es nichts, das so bezeichnet werden kann, doch "[u]nterschiedliche Ebenen von Beschreibung und Betrachtung erfordern unterschiedliche Begriffe."⁹⁶

93 Ganz im Sinne der demnächst stattfindenden "[The] 1st World Conference on eXplainable Artificial Intelligence (xAI 2023) vom 26. bis 28. Juli 2023 in Lissabon, <https://xaiworldconference.com>

94 Friedrich Kittler, *There is No Software*, in: *Stanford Literary Review*, Bd. 9, Heft 1 (Frühjahr 1992), 81-90; deutschsprachige Variante: *Es gibt keine Software*, in: ders., *Draculas Vermächtnis. Technische Schriften*, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242

95 https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliches_neuronales_Netz, Abruf 24. Januar 2024

96 *Elektronische Kommunikation* Pit Noack, 24. Januar 2024

Was die Metaphorik ("tiefer") "Schichten" betrifft, verheddert sich die Argumentation schnell in den Synonymen ("Ebenen" etwa). Wer nicht nur klassische Geisteswissenschaften mit ihrem hermeneutischen Verstehensbegriff studiert hat (Diltheys Erbe), sondern auch das reguläre Fach der Archäologie, wo bei Ausgrabungen tatsächliche kulturelle Artefakt-Schichten buchstäblich ent-deckt werden (wie auch in der Geologie), bleibt hier reserviert. Foucaults *Archäologie des Wissens* hat sich gelegentlich selbst von dieser Metaphorik verabschiedet - diskursiv aber nicht erfolgreich: Der Schaden war irreparabel angerichtet.

Vielleicht ist eine "flache Ontologie" möglich, die unerbittlich daran erinnert, dass es sich bei der *computational neuro science* im Sinne Turings um *computable* Neurowissenschaft handelt, also: mathematische Modellbildung.

[Das mit Namen wie Pawlov und Skinner verbundene Konzept des Behaviourismus sucht in seiner Nähe zur *media science* "das Verhalten von Menschen und Tieren" - und kybernetisch auch das von Maschinen - "mit naturwissenschaftlichen Methoden" - also ohne Introspektion oder hermeneutische Einfühlung - zu untersuchen und damit regelrecht seelenlos, sprich: technoid (als Mechanismus) zu erklären.⁹⁷ Zur sogenannten operanten Konditionierung zählt etwa Helmar Franks kybernetische Pädagogik (die "programmierte Instruktion", vertraut aus Sprachlaboren.)

KI-generierte Videos: Aufklärung über "Lumiere"

"Nun ist es passiert! Google hat ein neues Videomodell herausgebracht, das atemberaubende Ergebnisse liefert, mit dem passenden Namen Lumiere [...]."⁹⁸

Dem Namen zum Trotz stellt dies indessen nur im Erscheinungsbild eine Rekursion der mechanischen Kinematographie im rechnenden Raum dar, insofern bei dieser aktuellen Version KI-generierter Videos der Fokus auf (photo)"realistischen", mithin indexikalischen Bildern liegt. Dabei tendiert der *Technológos* doch nach einer anderen, weniger konventionellen und am Ende gar "kulturfreien" (Claus Pias) Bildästhetik.

Mit diesem aktuellen *release* von Seiten Google Research ist zugleich eine grundsätzlichere Herausforderung an die Medienwissenschaft verbunden. Denn mit solchen Beschleunigungen von KI wird eine

97 <https://de.wikipedia.org/wiki/Behaviorismus>, Abruf 9. Dezember 2023

98 Elektronische Nachricht von Raphael Tostlebe (Verfasser einer Masterarbeit zur *Dramaturgie KI-generierter Videos - Zwischen Anthropozentrismus und Technológos*), 25. Januar 2024; Demo-Video: <https://lumiere-video.github.io>

Prämisse der Medienhistorographie infrage gestellt: dass nämlich die medientheoretische Reflexion einer technologischen Innovation immer erst im Nachhinein, aus der kontextualisierenden Distanz, (narrativ) möglich wird - am "Saum" der Gegenwart (Foucault), wo sie zur Vergangenheit entschwindet und damit zum Archiv transformiert. Mit KI / ML aber scheint die technologische Entwicklung inzwischen schneller, als Medienwissenschaft darüber nachdenken kann. Medienarchäologie entdeckt das Archiv vielmehr in der Gegenwart selbst; daraus resultiert ein Nachdenken "in Echtzeit". Nur auf den ersten Blick stellt dies ein Oxymoron dar: Im Unterschied zu "live" heißt Echtzeit nicht "echte" Gegenwart, sondern einen Vollzug innerhalb eines Zeitfensters, welches - obgleich rechentechnisch sequentiell - re- und protentiv im Sinne von Husserls *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* (1928) menschenseitig noch im Rahmen des Gegenwartsmoments empfunden wird.

Googles Name "Lumière" für synthetische Videos erinnert nicht nur an die Geburt des Kinos, sondern auch an die kritische Vernunft der philosophischen "Aufklärung" (Kant), welche allen theologischen, ideologischen, aber auch ästhetischen Schein zu enthüllen trachtet. Doch in welchem Verhältnis steht nun die verbale oder auch diagrammatische Präsentation des "Space-Time Diffusion Model for Realistic Video Generation" namens Lumiere (Webseite) zu den tatsächlich innertechnischen Vorgängen des Rechensystems? Ist das, was zwischen der Ein- und der Ausgabebene von KNNs liegt, noch als eine Black Box im Sinne der Kybernetik zu begreifen? Pit Noack und Sophia Sanner gewähren in ihrem Buch *Künstliche Intelligenz verstehen*⁹⁹ einen in KI-Verfahren praktischer Anwendungen für eine spielerische Medienepistemologie. Die Demoprogramme sind *online* auf ihrer "maschinennahen" und zugleich kommentierten Code-Ebene manipulierbar. So etwa Kapitel 12 "Neuronale Netze III: Fehler zurückverfolgen mit dem Neuronentrainer". Eingaben im Echtzeit-Ausgabefenster ("Starten")¹⁰⁰ lassen sich geradezu behaviouristisch (also als Reiz-Reaktion-Muster) auf den Quellcode zurücklesen, im Editor des Online-Beispielprogramms, der sowohl den menschen- wie maschinenlesbaren alphabetischen / alphanumerischen Code auflistet.¹⁰¹

Doch "maschinennah" meint längst nicht mehr die thermodynamische Maschine, sondern den algorithmischen Mechanismus. Verschiebt sich die Forderung nach kritisch-analytischer Transparenz damit von der materiellen Technik hin zum mathematischen Logos? Doch die Mathematik gerät mit dem Phänomen der "Emergenz" selbst an ihre Grenzen: "Neural networks are generally not reversible in the sense that

99 2. aktualisierte Aufl. Bonn (Rheinwerk) 2023

100 <http://www.maschinennah.de/ki-buch>; darin: "Beispielprogramm Neuronentrainer" <https://editor.p5js.org/MaschinenNah/full/pPH-1PFOT>

101 <https://editor.p5js.org/MaschinenNah/sketches/pPH-1PFOT>

you cannot always retrieve the exact input data from the output of a neural network. This is due to the complex and nonlinear nature of neural network computations."¹⁰² Die Inversion neuronaler Netzwerke ist nur ansatz- respektive näherungsweise möglich - eine Herausforderung nicht nur an das Urheberrecht.

Der erkenntnisleitende Kernbegriff lautet hier *nonlinear*. Dynamische nichtlineare Systeme verfügen (im Unterschied zu statischen) über Speicherelemente "und damit ein 'Gedächtnis'" [...]. Dadurch wird die Systemantwort nicht vom augenblicklichen Wert des Systemreizes allein bestimmt. Sie hängt auch von der Vorgeschichte, also von der Stärke der vorangehenden Erregung ab."¹⁰³ Dies unterscheidet "Lernen" vom einfachen Pawlowschen oder Skinnerschen Reflex.

Die interaktive Experimentierung von KI durch Manipulation von Kodezeilen stellt eine indirekte Form von "XAI" dar: ein symbolisches *t(h)inking* im Sinne des Black Box-Modells.

Doch jede computergestützte Einsicht in die Black Box ist ihrerseits um ein *black boxing* - nämlich die Übersetzung der technologischen "Unterfläche" zur Nutzer-Oberfläche des jeweils darstellenden Computers - erkaufte.¹⁰⁴

Stellen - auf der Suche nach der eigentlichen *arché* im Mechanismus von KI - Vektormodelle das medienarchäologische Kernmomentum dar? Damit zur Rückfrage an Kittler: Hat sich - nach weitgehender Standardisierung der Hardware - der medienkritische Fokus nun doch wieder auf die Analyse der KI-Modelle als "Software" rückverlagert? Deren Rede aber ist von einer bemerkenswerten Technikvergessenheit gekennzeichnet. In einer Erklärung der für *natural language processing* wie ChatGPT wirksamen Transformer-Architektur - um "zu verstehen, wie Computer die

102 Webseite Quora, <https://www.quora.com/Are-neural-networks-generally-reversible>, Abruf 10. Dezember 2023

103 https://de.wikipedia.org/wiki/Nichtlineares_System, Zugriff 4. Februar 2024, unter Bezug auf Dezső Varjú, Systemtheorie, Berlin / Heidelberg (Springer) 1977

104 Siehe Frieder Nake, Das doppelte Bild, in: Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik, Bd. 3 (Themenheft "Digitale Form", hg. v. Margarete Pratschke), Heft 3 (2005), 40-50

menschliche Sprache verarbeiten"¹⁰⁵ - kommt die konkrete technische von Neumann-Architektur ihres *computing* gar nicht mehr vor.

Gerade die "natürliche" Sprachverarbeitung wird höchst unnatürlich - nämlich technisch - *prozessiert*. Diese gilt es in ihrer computer"sprachlichen" Alterität zu begreifen. Artikuliert sich die tatsächliche Technik nur noch in Momenten der Störung? Scheinbare "Fehler" in AI-Produkten entspringen ihrerseits einer hundertprozentigen Logik von Seiten der Maschine. Wenn etwa bei der menschenseitigen Suche nach Handähnlichkeit computerseitig inmitten entsprechender Suchbilder überraschenderweise auch ein Schwein ausgegeben wird, ist dies ein maschineller Hinweis auf nicht-ikonologische, vielmehr formale Kriterien des Bildbegriffs, die schon Erwin Panofsky thematisierte: rosa Textur (als Hautfarbe), fünf Extremitäten.¹⁰⁶ Für den kunstgeschichtlichen Bilderschatz sind solch "unexpected ways of seeing with computer vision" als Funktion prekärer Metadaten (*tagging*) in Datenbanken wie ImageNet bisweilen fatal.¹⁰⁷

Für eine Mikroanalyse Künstlicher Neuronaler Netze

Ist im Sinne "schaltungssensibler" Medienforschung (Dörfling 2022) eine den technischen Konkretionen gegenüber *transitive* Medientheorie von KI denkbar, welche die technische (Mate)Realität durchscheinen lässt, statt lediglich intransitiv darüber zu schreiben? Oder liegt das Problem im intransitiven Wesen der Rede selbst, welche die technischen Inkarnationen zugunsten der Ideenwelt logozentristisch ausklammert?

Von daher die Ermunterung zu einer spezifischen Analyse Künstlicher Intelligenz, welche exemplarisch den Weg von ikonischen Erscheinungen auf dem Bildschirm zu ihren Modellen im Symbolischen der Diagramme und letztendlich auf ihre Bedingungen in der "Unterfläche" (Frieder Nake) des Computers weiterverfolgt - also Algorithmen und mathematische Modelle, bis hin zur tatsächlichen Signalverarbeitung *in der* (und *als*) Hardware selbst.

105 Aleksandra Klofat, Wie funktionieren Transformer? Definition und Praxis, <https://www.informatik-aktuell.de/betrieb/kuenstliche-intelligenz/wie-funktionieren-transformer-definition-und-praxis.html>, Abruf 23. November 2023. Siehe auch das Video "Decoder-Only Transformers, ChatGPTs specific Transformer, Clearly Explained!!!", <https://www.youtube.com/watch?v=bQ5BoolX9Ag>, Abruf 7. Februar 2024 (Hinweis Florian Hirsch)

106 Siehe W. E. / Stefan Heidenreich / Ute Holl (Hg.), Suchbilder. Visuelle Kultur zwischen Algorithmen und Archiven, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2003

107 Siehe Gabriel Pereira / Bruno Moreschi, Artificial Intelligence and institutional critique 2.0, in: AI & Soc, no. 36 (2021), 1201-1123

[Dies geht weit über das AIY Project *Create a voice Kit with Raspberry Pi*¹⁰⁸ hinaus, welches einen Mikroprozessor durch eine lokal installierte Python-Applikation mit dem Google Cloud Service verbindet und den Source Code über GitHub als AIY *project image* abrufbar und auf einer microSD-Karte einbrennbar macht.]

Doch frei nach Kurt Tucholsky: Je genauer man in die entsprechenden Mikrochips schaut, desto ferner schaut die Elektronik zurück. Tatsächliche Mikroelektronik - nämlich das Wandern von Elektronen im Kristallgitter von dotiertem Silizium also technische Konkretisation des Lacanschen "Realen" - ist eine "operative Realität"¹⁰⁹, die sich der direkten Beobachtung entzieht und nur noch in mathematischer Beschreibung - und damit lediglich diskret approximativ - fassbar wird.

[Genau diese Diskretheit aber steht im Bund mit der Logik des Digitalen, deren ganzer Witz - oder *mechané* - mit Wiener darin liegt, das unbestimmte Dazwischen - die "time of non-reality" - im Unklaren lassen zu können, zugunsten eben jenes "operativen", also in die symbolische Ordnung eingeholten Realen der binären Schaltung als Unterscheidbarkeit zwischen logisch Null / wahr und logisch 1 / falsch.]

Techno-logisch in/formierter Materie "ist nicht wirklich vernünftig und verständlich"¹¹⁰; das tut sie erst in der makrophysikalischen Handhabung als Medienwerkzeug.

[Doch der *Technológos* von KI ist nicht schlicht eine symbolische Ordnung, die im MateRealen aufgeht wie ein Schaltplan oder Algorithmus im Moment seiner tatsächlichen technischen Implementierung. Jede "neuronale" Information ist immer schon physikalisch - wie es das Landauer-Theorem besagt, demzufolge jedes Überschreiben (also Löschen) eines Bit ein Energiequantum benötigt und damit den Entropiesatz nicht länger negentropisch ("Maxwells Dämon") unterläuft.]

So meldet sich der *Technológos* als Hardware etwa in der konkreten schiereren Rechenzeit - und damit die "Verzögerung" (Borbach 2024) als medienzeitliches Kritium "effektiver" KI - buchstäblich "zu Wort". Eine Zeitlang wurden hierfür *Recurrent Neural Networks* (RNNs) genutzt, welche Textdaten sequentiell verarbeiten. Ein Teil des Outputs wird dabei einbehalten und wieder als Input in die Netze eingespeist. Dieser Rückkopplungsmechanismus ist als zentrale Zeitfigur der Kybernetik vertraut. Doch diese Prozessierung ist speicherintensiv und damit

108 MagPi Essentials, Handbuch Lucy Hattersby

109 Siehe Wolfgang Hagen, *Das Loch. Beobachtungen vom Schwinden des Seins*, Leipzig (Merve) 2022, 76

110 Percy W. Bridgman, *Physikalische Forschung und soziale Verantwortung*, Frankfurt / M. 1954, 50

computerökonomisch kritisch: RNNs sind "nicht in der Lage, sich größere Mengen an Text zu merken", denn das aktuelle *computing* erlaubt keine wirkliche Parallelisierung in diesem Training der Lernmaschine. Darauf antwortet die vektorbasierte Transformer-Architektur, wie sie spezifisch in ChatGPT zum Einsatz kommt. Unabdingbar für alle Architekturen von KNNs bleibt indessen das diskrete *computing*: "Generell müssen textbasierte Daten in eine numerische Form gebracht werden, bevor sie durch Machine-Learning-Modelle verarbeitet werden können" (Klofat ebd.). Im Fall von Transformern sind dies *input embeddings* in Verbindung mit *positional encodings*, welche die Wortposition in einem Satz durch entsprechende numerische Werte markieren und damit den Kontext jedes Wortes besser zu erfassen vermögen. Wörter werden somit in mehrdimensionale Vektoren verwandelt, "die im nächsten Schritt mathematisch bearbeitet" und damit im komputativen Sinn effektiver berechnet werden können (Klofat ebd.). Doch der Computer als technisches Medium kennt gar keine Mathematik, nur Elektronik. Dennoch beschränken sich die meisten Transformer-Erklärungen wiederum auf die diagrammatische Illustrationen. Eine Flow Chart aber wird erst als konkrete Implementierung zu handlungsfähiger Software.

Dem bequemen diagrammatischen Modell steht damit eine beharrliche Mikroanalyse ihrer tatsächlichen Verschaltung (Elektronik) einerseits und die mathematische (algebraische) Strukturanalyse andererseits gegenüber - die zwei Seiten radikaler Medienarchäologie. Erst dann entbirgt KI ihre techno-logische Alterität gegenüber dem anthropozentrischen Hirnmodell. Erst die wirklich artifizielle, sprich: techno-logische "Objektivierung des Geistes" (Hegel) erlaubt dessen experimentelle Epistemologie - analog dazu, wie einst das Tonband in den Pariser (Pierre Schaeffer) und Kölner (Eimert / Stockhausen) Studios für elektronische Musik in den 1950er und 1960er Jahren einen nicht nur auf Schall begrenzten Begriff von "Klang" als (implizite) Sonik freisetzte, statt ihn lediglich als *objet sonore* aufzuzeichnen.¹¹¹

So bald *machine learning* nicht schlicht phänomenologisch als *imitation game* gegenüber dem Menschen, sondern als bewusstes medienepistemisches Experimentalsystems begriffen wird, resultiert dies in einem Konzept von Intelligenz, das kognitiv "objektivierbar" ist (im Sinne Hegels). Die Werkzeuge der Künstlichen Intelligenz werden damit zur "experimentellen Epistemologie" (Warren McCulloch) und ermöglichen einen dynamischen Zugriff, alternativ zur althergebrachten Philosophie des Geistes (Hegel), also: nicht länger nur auf geisteswissenschaftliche Art, sondern im Sinne von *media science*, d. h.: als "kontrolliertes Experimentieren" (Haberer). In Verbindung mit

111 Siehe dazu die Dissertation von Maximilian Haberer, *Tape Matters. Studien zu Ästhetik, Materialität und Klangkonzepten des Tonbandes*, Philosophische Fakultät, Institut für Medien- und Kulturwissenschaft Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (2023)

Schriften wie Turing 1950 resultiert aus solchen Experimente ein Verständnis von Intelligenz, das transzendental (i. S. Kants) den anthropozentrischen Intelligenzbegriffs lediglich als *eine* von mehreren ihrer Existenzweisen definiert.

Dem Anthropozentrismus des aktuellen KI-Diskurses steht der anthropofugale Blick aus Sicht der beteiligten technischen Medien selbst beiseite - oder auch entgegen. Das medienarchäologische Argument macht darauf aufmerksam, dass *künstliche* - mithin: technische - Intelligenz "mit einem Mechanismus" arbeitet, "der dem menschlichen Gehirn nicht zur Verfügung steht". Die frühe Entwicklung der Backpropagation-Algorithmen, welche die automatische Fehlerkorrektur innerhalb tiefer Netze ermöglichen, haben das Modell von Beginn an zugleich "von seiner anthropozentrischen Basisidee" ge- und erlöst¹¹². In dieser Eskalation "entfernten sich die Computersysteme [...] zusehends von ihrem biologischen Vorbild."(ebd.).

["Deep" Machine Learning (ML) scheint in seiner komputativen Komplexität selbst für Informatiker kaum noch durchschaubar. Eine kritische (Medien-)Wissenschaft von KI und ML aber steht und fällt mit dem Anliegen der sogenannten XAI (Explainable Artificial Intelligence). Lässt sich diese *black box* noch öffnen, und liegt gerade darin die Antwort der techniknahen Medienwissenschaft auf den scheinbar *latent space* von Convolutional Neuronal Networks?]

Einer gewisse metaphysische Verlockung, die Hervorbringungen von trainierten künstlichen neuronalen Netzen als "intelligent" hinzunehmen, setzt die techniknahe Medienarchäologie zwei Distanzierungen entgegen: einerseits Turings Einsicht in die Maschinenhaftigkeit menschlicher Intelligenz selbst, und andererseits die konkrete Signal(verlaufs)analyse. Sie betont damit die posthumane Alterität des Technológos, wie er sich gerade in den "Fehlern" generativer KI artikuliert (respektive "chattet").

Das Natural Language Processing von Typus ChatGPT konfrontiert das komputative Problem der Semantik durch eine Syntax zweiter Ordnung. Das *word embedding* ist indessen eben nicht *embodied*; es verbleibt in der symbolischen Ordnung in-formierter elektronischer Signale (zweiter Ordnung) statt unmittelbar in einer physikalischen Welt der Signale. Und doch sind es diese konkreten Verkörperungen des Logos, welche hinsichtlich von KI und ML den Unterschied zur umweltoffenen menschlichen Kognition machen - zugleich eine Verteidigung des *akademischen* Wesens der Universität gegenüber ChatGPT.¹¹³

112 Aus der Masterarbeit von Joao da Mata, Gesellschaft der algorithmisierten Unterhaltung (HUB 2021)

113 Dazu das Kapitel "ANTWORTEN DER UNIVERSITÄT AUF DEN TECHNOLOGOS VON KI / ML" im Textkonvolut MEDIENWISSEN(SCHAFT) IN ZEITEN VON SARS-CoV-2, KÜNSTLICHER INTELLIGENZ, UND DER

Zur Unsäglichkeit des Technológos der 'Künstlichen Intelligenz

Medienwissenschaft sucht eine radikal medienarchäologische Erdung sowie techniknahe Antworten auf eine gewisse Metaphysik und Black-Box-Mentalität der Reden über die vorgeblich undurchschaubare Komplexität von Künstlichen Neuronalen Netzen und "Deep" Machine Learning. Die so genannte "XAI" bemüht sich in diesem Sinne um *explainable artificial intelligence*. Gibt es etwas an "KI", das sich der kritischen Analyse entzieht? Zum Einen unterstellt die Technológos-Hypothese auch den elektronischen Schaltungen ein Wissen nach eigenem Recht. Zugleich aber invertiert Medientheorie die Fragestellung: Der Begriff der "Künstlichen" in der KI erinnert zugleich an die Mechanismen (die "Maschine") in der menschlichen Intelligenz ihrerseits.

Verbunden ist damit eine epistemologische Reaktualisierung der ganz und gar nicht historisierten, sondern in der Gegenwart - wenn schon nicht begrifflich (abgesehen vom Präfix *cyber-*), so doch operativ - "aufgehobenen" klassischen Kybernetik. Doch mit dem Präterium in der Frage *Was war Künstliche Intelligenz?*¹¹⁴ wird womöglich auch dazu aufgerufen, den Begriff der Intelligenz selbst zu historisieren bzw. zu verabschieden, zugunsten eines Technológos, der aus den Gegebenheiten der materiellen und energetischen Welt selbst resultiert.

James Clerk Maxwell hat dies mit seinem Gleichnis eines quasi-intelligenten (aber seinerseits maschinisierbaren) "Dämons" durchgespielt, der die physikalische Tendenz zur Entropie in negentropische Ordnungen widernatürlich zu wandeln vermag.

Techniknahe Antworten auf die Metaphysik von „Deep“ Machine Learning

Die Hardwarevergessenheit in der aktuellen Diskussionen um Künstliche Intelligenz und Machine Learning, und die damit einhergehenden Ästhetik einer letztendlichen „Humanisierung“ der Maschine, stellen eine Herausforderung an das Selbstverständnis techniknaher Medienwissenschaft dar. Sie antwortet darauf mit ihrer kritischen "Erdung" der KI: durch eine dezidiert medienepistemologische Pointierung und technologische Grundierung des Diskurses.

WESENSWANDEL DER DIGITALISIERTEN UNIVERSITÄT,

[https://www.musikundmedien.hu-](https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/Konvolute/PDF/univers-reif-1.pdf)

[berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/Konvolute/PDF/univers-reif-1.pdf](https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/Konvolute/PDF/univers-reif-1.pdf)

114 So der Titel einer Tagung an der Humboldt-Universität zu Berlin, demnächst publiziert: Stefan Höltgen (Hg.), xxx

Die sogenannte „künstliche“ Intelligenz“, obgleich schon im Begriff als Modell und als technisches Artefakt benannt, wird – so Bernhard Dotzler – "selten bis gar nicht auf dieser Ebene ihrer elementaren Schalt- und Vernetzungsrealität diskutiert." Dotzler plädiert daher dafür, „die um sich greifende Macht maschineller Intelligenzen auf dieser elementaren Ebene ernst genug zu nehmen, um sie der ihr gemäßen Kritik zu unterziehen“¹¹⁵. Dotzler identifiziert es als eine grundsätzliche KI-Verkennung „[d]ass sie betrachtet wird, als wäre sie auf den Menschen hin orientiert. Begreift man KI als die Entwicklung von Systemen, die ‚wie Menschen‘ denken oder auch nur „wie Menschen“ handeln, vollzieht man schon deren Personifizierung“, und: „Um die ‚Macht der Computer‘, wie der Informatiker Joseph Weizenbaum einst titelte, im rechten Licht zu sehen, muss man jede solche Personifizierung vermeiden.“ Im Sinne einer re-aktualisierten Kybernetik gilt: „Gerade in der geforderten Rückbesinnung auf die Gründerjahre der KI wäre [...] wieder anzuknüpfen an ihre Problematisierung auf der Ebene der aus dem Blick geratenen Automaten-Studien“, die „[i]n ihrer hochgradigen Vernetztheit und durch die Autonomisierung ihrer Mikroentscheidungen“ den Anthropozentrismus längst überwunden hatten – „als Entscheidungen von Maschinen für Maschinen“ (Dotzler ebd.).

Künstliche Intelligenz (KI) respektive Maschinelles Lernen (ML) sind mithin keine Kulturtechniken mehr, sondern ein *Technológos*, der sich auf die eigenen Füße stellt respektive von Elektrizität (im Sinne Lacans) "beflügelt" wird. Hochfrequente Datenprozessierung weht jetzt befreit von den Begrenzungen des menschlichen Geistes.

Was aber heißt es, in Zeiten von Künstlicher Intelligenz *medias in res* zu gehen: Gilt immer noch der kybernetische Primat der Black Box, demzufolge es durch die Fokussierung auf In- und Output hinsichtlich der Isomorphie keinen wesentlichen Unterschied macht, ob ein Signal durch eine Person, oder eine Maschine läuft? Wird der Prozeß vom gleichen *Technológos* durchwaltet?

Im Unterschied zur trivialen (Schreib-)Maschine, die einem gegebenen Input immerfort den gleichen Output zuweist, produzieren die von W. Ross Ashby als epistemologisches *carpentry*-Gerät (Bogost) konstruierten, von Heinz von Foerster als nicht-triviale Maschinen definierten Black Boxes Outputs, deren Determination im inneren Mechanismus kaum, oder gar nicht mehr vom externen Beobachter nachvollzogen werden kann. Im Inneren der Maschine waltende Verschaltungen erzeugen wechselnde Maschinenzustände – und damit im Sinne Turing jeweils neue Maschinen. Ein interner Zustandsspeicher, dessen Wert sich mit jeder Input-Output-Relation ändert, determiniert

¹¹⁵ Bernhard Dotzler, im "Feuilleton" der Süddeutschen Zeitung vom 25. Juni 2019, 11

den Output gemeinsam mit einem gegebenen Input jeweils neuartig: "Die Geschichte ihrer Operation hinterlässt gewissermaßen Spuren in der Maschine, sodass sie sich zirkulär-kausal mit jeder Operation in eine neue Maschine verwandelt."¹¹⁶ Hier taucht jene operative Figur auf, die der (leicht metaphorisierenden) Bezeichnung "Kybernetik" im Titel der ersten Macy-Konferenzen voranging.

Somit ist es Beobachtern zunehmend nur noch theoretisch, nicht aber effektiv möglich, "eine verlässliche Wertetabelle ihres Verhaltens zu etablieren und dieses Verhalten verlässlich vorherzusagen" (Fischer ebd.). Ist es gar hinderlich für das Begreifen emergierender Effekte in aktuellen künstlichen neuronalen Netzen von Machine Learning, sich primär auf deren Technologie zu konzentrieren - mit Konsequenzen für die Ausrichtung techniknaher Medienwissenschaft? Der gleiche Norbert Wiener, der im Untertitel seiner *Cybernetics* von 1949 diese Äquivalenz formulierte, weist im seinem Folgebuch zugleich auf die Menschen und Maschinen unterscheidenden „particular manifestations under certain concepts“, die „detailed differences“ in der jeweiligen Signalverarbeitung¹¹⁷ - der ganze Unterschied zwischen dem synaptischen Aufbau des Gehirns und seiner Modellierung in künstlichen neuronalen Netzen. Die Sektion "Menschliche und maschinelle Sinne" in der neuen Dauerausstellung des Ars Electronica Center in Linz *Understanding Artificial Intelligence* beschreibt im Schlusssatz ihrer Einführung: "Wichtig ist also sich immer wieder den Unterschied zwischen Menschen und Maschinen zu verdeutlichen."¹¹⁸ Um buchstäblich beim Digitalen zu bleiben: Nicht das an der Kulturtechnik des menschlichen Handrechnens orientierte maschinelle Rechnen mit zehn Ziffern (etwa noch im Fall des ENIAC), sondern das seit Leibniz und Boole logotechnisch plausiblere binäre Rechensystem hat sich durchgesetzt, etwa in Konrad Zuses programmgesteuertem Relaisrechner Z1 (und folgende). Auch die elektronische Bildübertragung namens Fernsehen folgt nicht, wie anfänglich angedacht, dem Vorbild der Natur - also für jeden Bildpunkt massiv parallel eine eigene Leitung, wie im menschlichen Sehnerv -, sondern realisiert sie durch serielle Bildabtastung über nur eine Leitung.¹¹⁹ Erst in der Desanthropomorphisierung kommt der *Technológos* zu sich - und genau damit unterscheidet sich eine techniknahe *media science* von anthropozentrischen *media studies*.

116 Thomas Fischer, Kybernetik, in: 274-433 (405)

117 Norbert Wiener, *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society* [1950], London (Free Association Books) 1989, 17

118 Gelesen Anfang September 2019, im Rahmen des Ars Electronica Festivals 2019 (Thema *Out of the Box - The Midlife Crisis of the Digital Revolution*) in Linz (Österreich), 2. bis 6. September 2019

119 Walter Conrad, *Forscher - Funker - Ingenieure. Aus acht Jahrzehnten drahtloser Nachrichtentechnik*, 2. Aufl. Leipzig (Fachbuchverlag) 1969, 122

Handelt es sich beim "Deep" Machine Learning um eine Eskalation kybernetischen Denkens und der damit verbundenen ersten Welle von KI-Forschung, oder um eine neue Qualität? Und im engeren Sinne gefragt: Emergiert hier ein neuer Medienbegriff, für den der Algorithmus nicht mehr zentral ist, oder lässt er sich noch in die Sprache der universellen Turingmaschine zurückübersetzen – eine Sprache, die nach wie vor in Begriffen der Informatik erlernt werden kann und soll?

Wo finden KI und das "Deep" Machine Learning wirklich statt?

Medientheorie sucht Antworten auf die überbordenden Diskursen und Praktiken der sogenannten „Künstlicher Intelligenz“. Einerseits scheinen mit den Text-, Klang- und Bildausgaben des Maschinenlernens die kühnsten Träume einer subjektfernen, je nach Daten(vor)lage selbstlernenden, mithin also wirklich *archäographischen* Maschine in Erfüllung zu gehen. Andererseits ist der Fokus auf technologischen Modellen des menschlichen Gehirns verbunden mit einer Anthropozentrik, die dringend nach medienarchäologischer Entzauberung ruft. Zwar erweisen sich Nachbildungen von biologischen Nervensystemen als effizienter im Vergleich zu herkömmlichen Modellen maschinellen Lernens - und werden nebenbei, unter umgekehrten Vorzeichen, gerade deshalb jenseits des klassischen oszillographischen Lügendetektors zu neuen Formen der algorithmischen Auslesbarkeit neuronaler Signalverarbeitung im Hirn führen.

Überhaupt ermöglichte erst die Eskalation von elektrischen zu elektronischen Messmedien überhaupt erst veritable Neurowissenschaft, deren Gegenstand kleinste elektrische Ströme bilden: "The advent of triode valve, or vacuum tube amplification has [...] altered the whole position [...]. The output change is, within limits, a true copy of the input."¹²⁰ Mit künstlichen (komputativen) neuronalen Netzen aber wird der Messakt selbst intelligent.

Doch demgegenüber erinnert Medienarchäologie (gerne auch im Abschluss an Helmar Franks "kybernetischer Pädagogik") an andere, genuin techno-logische Begriffe des Lernens. "Die Existenz von intelligenten Maschinen wird den Menschen zeigen, daß er nicht das einzige intelligente Wesen ist."¹²¹ So hat sich gerade die Berliner Schule von Medienwissenschaft gegenüber anthropozentrischen Definitionen von Medien als "Ausweitungen des Menschen" emanzipiert - also mit

120 Douglas Adrian, *The Mechanism of Nervous Action. Electrical Studies of the Neurone* [London (Milford) 1932]; new edition University of Pennsylvania Press 1959, 5

121 James R. Slagle, *Einführung in die heuristische Programmierung*, München (Verl. Moderne Industrie) 1972, 215

McLuhan über McLuhan hinaus, der immerhin noch den Umschlag der *extensions of man* in den Menschen als Anhängsel seiner Technologien andeutete.

Medienarchäologie konzentriert sich weniger auf die durch Menschen als Phänomene wahrgenommenen Effekte von von *machine learning* und die damit einhergehende Humanisierung der Maschine, sondern deren Möglichkeitsbedingung: operative Diagramme. Gemeint sind damit die konkreten technische Verdrahtungen künstlicher "neuronaler" Netze in ihrer Differenz zu kognitiven Metaphern des menschlichen Hirns. Dessen wirklicher Elektrochemie kommt eine konkrete elektronische Realisierung rekursiver Netze, wie sie Steinbuchs Lernmatrix oder Rojas' Implementierung des Hopfield-Netzes beschreiben¹²² und aus elektromagnetischen Relais oder Flipflops, Operationsverstärkern und Widerständen besteht, in seinem Zeitverhalten und seiner Entropie womöglich näher als das abstrakte Modell. Brechen in diesem Zusammenhang abstrakter *lógos* - das Modell des Denkens - und dessen konkrete *techné* - also dessen materielle Existenzweise - auseinander? Es geht hier nicht schlicht um technische Fragen der Implementierung vorgängiger neuronaler Modelle, sondern darum, ob solche Modelle nicht immer schon *als* technische Wirklichkeit gedacht werden wollen. Der Modellentwurf eines „neuronalen Netzes“ unterscheidet sich bisweilen erheblich vom tatsächlich gedruckten Schaltkreis und der Anordnung seiner technischen Elemente. Damit stellt sich die medienarchäologische Gretchenfrage nach dem Verhältnis symbolischer Operationen, wie sie die mächtige mathematische Modellierung neuronaler Netze durch Matrizen und Vektorfelder darstellen, zu den Kontingenzen und Emergenzen ihres tatsächlichen *Technológos*. In diesem Zusammenhang wird auch der Analogcomputer als transitive Rechenoperation, also als aus der Materie selbst entwickelter *lógos*, wiederentdeckt.

Leistungsfähige neuronale Netze im Kontext des Machine Learning (etwa Hopfield-Netze) zeichnen sich durch technische Äquivalenz zur menschlichen Erinnerungsfähigkeit aus. Netze mit "Erinnerung", wie sie Rojas als Metapher tatsächlich in Führungszeichen setzt¹²³, bedürfen der Rekursion im zeitlichen Sinne, d. h. Der zirkulären Wiedereinspeisung ihrer Resultate. "Die Zyklen in diesen Netzen ermöglichen es, Signale für eine bestimmte Zeit festzuhalten, um sie wieder verwenden zu können" (ibid.) - dies ist der computertechnisch vertraute dynamische Verzögerungsspeicher. Der medienepistemologische Clou liegt hier darin, dass damit "Speicherung in reine Datenübertragung verwandelt"¹²⁴ wird. Was sich in symbolischer Zeit-Rechnung als das Intervall zwischen dem Zeitpunkt t und dem Zeitpunkt $t + 1$ buchstäblich formulieren lässt,

122 Raúl Rojas, Theorie der neuronalen Netze: eine systematische Einführung, Berlin et al. (Springer) 1993, Kap. 13.3, 313 ff.

123 Rojas 1993: 44

124 Rojas 1993: 9

macht in den diversen technischen Implementierungen von *delay lines* – von der akustischen Ultraschall-Verzögerungsleitung bis hin zum Eimerkettenspeicher – realzeitliche und physikalische (etwa außertemperaturabhängige) Unterschiede.

"Deep" Machine Learning, so insistiert Medienarchäologie, ist keine Datenzauberei, sondern lässt sich in konkreten technologischen Szenarien identifizieren: als ein nach wie vor symbolisches und technisches, nicht metaphysisches Regime. Da ist zum Einen die kritische Medienphilologie von Quellcode: Bevor neuronale Netze, je nach Datenlage, emergente Phänomene zeitigen, werden sie zunächst einmal, also *en arché*, konkret vor-programmiert. Die medienarchäologische Kunst liegt darin, extrem reduzierte Beispiele solcher Programme ausfindig zu machen und darin dann die im epistemischen, also erkenntnisleitenden Sinne entscheidenden Stellen zu identifizieren.¹²⁵

Verkörperungen des Logos im Lebewesen, und in der Maschine

Sodann stellt sich die Frage, was geschieht, wenn dieser *lógos* auf konkrete Materie trifft, also elektrotechnisch (oder auch ganz anders) real implementiert wird. Das Konzept der „Verkörperung“ des *lógos* in (und als) Maschinen bezieht sich u. a. auf die Implementierung eines Programms im Computer, und geht dabei über den traditionellen symbolverarbeitenden KI-Ansatz hinaus, der sich als entkörperlich charakterisieren ließe¹²⁶, insofern er sich primär als mathematisches Modell versteht.

Die Hardware der KI: Computergraphik und *transputing*

Machine Learning ist nicht schlicht eine Funktion von *big data* und deren Programmierung in künstlichen neuronalen Netzen. Lev Manovich reflektiert – gut medienarchäologisch – gegenüber der Fokussierung auf Algorithmen (die Mathematisierung der Computeranalyse) auch deren technische Bedingung mit: "If we are talking about research methods and techniques, the developments in computer hardware in the 2000s, including the increasing CPU speed and RAM size, and the use of GPUs and computing clusters, were probably more important than availability of larger data sets."¹²⁷

125 Etwa das BASIC-Programm von J. C. Sprott, *Artificial Neural Net Attractors*, in: *Comput. & Graphics* 22, 143-149 (1998)

126 *Elektronische Kommunikation* Jin Hyun Kim (Berlin), Mai 2019

127 Lev Manovich, *The Science of Culture? Social Computing, Digital Humanities and Cultural Analytics*, *online*; Abruf 1. September 2015

In diesem Zusammenhang erweist sich die privilegierte Nähe computergraphischer Bildprozessierung und den Mechanismen von *deep learning*, die im Paradigma massiver Parallelität in der Daten- und Signalverarbeitung liegt, nicht bloß als funktionale Analogie, sondern verdient als medienepistemischer Forschungsgegenstand eigenen Rechts Anerkennung. Ende der 1980er Jahre war der gemeinsam einst mit Perohelion in Cambridge prototypisch entwickelte und mit einer eigenen Programmiersprache (Ockham) versehene Atari ATW-800 Rechner, der Transputer¹²⁸, der letzte Versuch einer eigenständigen europäischen Computerentwicklung. Der Transputer ist nicht schlicht ein „dead medium“ im Sinne einer technologischen Sackgasse, sondern im medienarchäologischen Verständnis der erste Anlauf einer Parallelrechenarchitektur, deren Kehrwende von den elektrophysikalischen Grenzen getriggert wurde, an die Prozessoren mit Steigerung ihrer Taktraten bis 4,5 GHz geraten, weil dann die „binären“ Signalflanken implodieren. Die Abwendung von immer mehr Bus-Leitungen in CPU-Prozessoren liegt in der damit verbundenen Ausbremsung serieller Architekturen begründet. Wie einst die zeitkritischen Probleme der Berechnung der konventionellen Bombenzündung einer Wasserstoffbombe die Hinwendung zur von Neumann-Architektur von *computing* erzwang, ist es im Falle des ATW-800 ein konventioneller von Neumann-Computer (ein Atari ST), der das eigentliche Transputer-Cluster als Root-Computer bootet. Was seinerzeit vornehmlich für computergraphische Zwecke wie dem photorealistischen Ray Tracing entwickelt wurde (Befehl „trace“), aber im Rendering noch als zeitintensiv erfahren wurde, kommt nun in den GPUs für Echtzeit-Interaktion in Computerspielen in Nvidias Streaming-Plattform Geforce Now zum Einsatz.¹²⁹ Damit verliert der ATW-800 seine Obsoleszenz; was damals an den mit der realen Implementierung verbundenen Friktionen zwischen symbolischer und realer Maschine scheiterte, lebt als Diagramm massiver Parallelität wieder auf. Technische Historizität scheint allein im Unterschied seiner beliebig um Bausteine erweiterbarer *multi purpose*-Transputerprozessoren mit jeweils 1 MB RAM (mit jeweils nur vier „links“ in der *connection machine*) gegenüber den hochspezialisierten Kernels in aktuellen Graphic Processing Units auf.

Künstliche neuronale Netze sind oftmals *in* respektive *als* Graphical Processing Units (GPUs) realisiert, bevor sie nun in eigene *special*

128 Dazu der Vortrag zur Wiederinstandsetzung eines Transputers durch Marius Groth im Signallabor des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, 17. September 2019

129 Achim Killer, Ray-Tracing-Technik. Fotorealistische Computergrafik in Echtzeit, 23. März 2019, in: Deutschlandfunk, Sendeplatz "Computer und Kommunikation", https://www.deutschlandfunk.de/ray-tracing-technik-fotorealistische-computergrafik-in.684.de.html?dram:article_id=444362, Abruf: 17. September 2019

purpose Architekturen übergehen. Mit Blick auf die konkrete technische Realisierung tritt eine bemerkenswerte Wesensverwandtschaft zwischen den (Ein-)Bildungen (dem *imaging*) der Computergraphik (etwa für Computerspiele) und Machine Learning zutage, die in der massiven Parallelverarbeitung ihrer Daten begründet liegt. Als konsekutive Symbolverarbeitung in der Zeit und als Koexistenz von Elementen im Raum hat Gotthold Ephraim Lessing 1766 in seinem Traktat *Laokoon* Poesie und Malerei ausdifferenziert. Ganz unanthropozentrisch wird diese Differenz im Sinne einer genuin technologischen Intelligenz aufgehoben. "CPUs are best at handling single, more complex calculations sequentially, while GPUs are better at handling multiple but simpler calculations in parallel."¹³⁰ Damit verschiebt sich der Bildinhalt zugunsten der eigentlichen Botschaft von Computergraphik: Matrix- und Vektorrechnungen, die in der nicht-graphischen Berechnung zum Zuge kommen, vor allem im effektiven *machine learning*. Deren Transformer-Architektur ist vektorbasiert. Vektoranalysis als Spezialfall der mehrdimensionalen Analysis kommt zur medienphysikalischen Anwendung nicht nur in der Elektrodynamik (Maxwells Gleichungen), sondern ebenso in künstlichen neuronalen Netzen. "Generell müssen textbasierte Daten in eine numerische Form gebracht werden, bevor sie durch Machine-Learning-Modelle verarbeitet werden können."

Vektoren stellen ein medienarchäologisches Momentum in der kritischen Analyse der Mechanismen Künstlicher Intelligenz dar, geradezu deren mathematischen Maschinen"raum". Doch schon tappt die Beschreibung in die metaphorische (phänomenologische) Falle: In der analytischen Geometrie (Descartes) bezeichnet ein Vektor "ein mathematisches Objekt, das eine Parallelverschiebung in der Ebene oder *im Raum* beschreibt"¹³¹. Der Versuch, KI zu verstehen, verleitet zu räumlichen Metaphern in der Beschreibung ihrer künstlichen neuronalen Netze, von den "verborgenen Schichten" bis hin zu den multiplen "Dimensionen".

Ein Vektor kann "durch einen Pfeil dargestellt werden"; im kartesischen Koordinatensystem hingegen - und damit bereits in der Sphäre der diskreten Berechenbarkeit - werden Vektoren "durch Zahlenpaare (in der Ebene) bzw. Zahlentripel (im Raum) dargestellt"¹³². In der (Medien)Physik stehen dafür Geschwindigkeit, Beschleunigung, Impuls, Kraft, elektrische und magnetische Feldstärke (ebd.). Demgegenüber ist ein Skalar "eine mathematische Größe, die allein durch die Angabe eines Zahlenwertes

130 Gino Baltazar, CPU vs GPU in Machine Learning, <https://www.datascience.com/blog/cpu-gpu-machine-learning> (posted on September 13, 2018), accessed 23 April, 2019

131 <https://de.wikipedia.org/wiki/Vektor>, Abruf 29. November 2023, Kursivierung W. E.

132 <https://de.wikipedia.org/wiki/Vektor>, Abruf 29. November 2023

charakterisiert ist"¹³³ - wie die "Wichtungen" in Modellen neuronaler Netze.

In welchem Verhältnis (altgriechisch *lógos*) - wenn überhaupt - stehen solche symbolische Operationen zu den nichtlinearen Kontingenzen und pfadabhängigen Emergenzen ihrer tatsächlichen Implementierung?

Rekursionen der "Künstlichen Intelligenz"

Eine hard- und softwarefokussierte Quellenkritik von Machine Learning tritt zumeist zurück zugunsten eines rein visuellen, optisch verräumlichten Interface-Verhältnisses zum rechnenden Raum; die Datenmodelle in ihrer techno-logischen, algorithmischen und protokollhaften Natur bleiben damit eine *black box*. Was zählt, ist lediglich die Relationen von Input und Output - eine technikferne Kybernetik. Je mehr der Datenabruf in sogenannter Echtzeit erfolgt, desto mehr macht sich der Übertragungswiderstand des technischen Mediums bemerkbar; der *Technológos* meldet sich nicht mehr zu Wort, sondern ist stillschweigend am Werk. Der Datenspeicher wird nicht - wie vormalige Archive - vom operativen Geschäft der Gegenwart getrennt, sondern in dasselbe integriert. Auch in der Ökonomie (etwa im High Frequency Trading der Finanzwelt) geht das Bestreben in Richtung Reduzierung der Lagerzeit (akkumuliertes Kapital) gen Null.

Rekursiv sind nicht nur die künstlichen neuronalen Netze selbst, sondern auch ihre (a)historische Epistemologie. Die aktuelle Künstliche Intelligenz ist immer schon KI "2.0"; ex- oder implizit ruft sie ihren ersten Anläufe wach, die in die heroische Phase der Kybernetik fallen, verbunden mit Namen wie Warren McCulloch und Norbert Wiener, und mit technologischen Denkfiguren wie der negativen Rückkopplung. Ist „Deep“ Learning nicht vielmehr die daten- und prozessormächtige Eskalation einer klassischen kybernetischen Denkfigur, wohlvertraut etwa aus der Verkabelung des Analogcomputers mit seinen Operationsvertärkern? 1986 bringen Forscher im Design von "self-organizing neural networks"¹³⁴ die negative Rückkopplung wieder ins Spiel, um aus arbiträr verknüpften Netzen Muster hervorzulocken - wie es Teuvo Kohonens Konzept der *weights* in den Self-Organizing Maps (SOMs) schon angedacht hatte: "Back-propagation, for networks of neurone-like units [...] repeatedly adjusts the weights of the connections in the network so as to minimize a measure of the difference between the actual output vector of the net and the desired output vector. [...] internal ‚hidden‘ units which are not part of the input or output come to represent important features of the task domain", im Unterschied zu "earlier, simpler" - mit

133 [https://de.wikipedia.org/wiki/Skalar_\(Mathematik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Skalar_(Mathematik))

134 Rumelhart et al. 1986: 533

medienarchaischer - "methods such as the perceptron-convergence procedure."¹³⁵

Im technischen Fall von Frank Rosenblatts Perceptron waren die *feature analysers* "not true hidden units because their input connections are fixed by hand" (533), während sich das System mit den *hidden layers* von der menschlichen Handhabung löst wie einst der photographische Apparat von der Hand des Zeichners (Talbot 1844). In rekurrenten Netzen "each time step [...] corresponds to a layer in the layered net.[...] it is necessary to store the history" - oder vielmehr: Annalen oder Diarien "of output states of each unit" (535). Indessen: "The learning procedure, in its current form, is not a plausible model of learning in brains", doch "it is worth looking for more biologically plausible ways of doing gradient descent in neural networks" (536). Dem gegenüber steht der nicht-neurowissenschaftliche Ansatz, den *Technológos* solcher Netze sich selbst autonom gegenüber dem neuro-kognitiven Bezugspunkt genuin unmenschlich artikulieren zu lassen. Dies geschieht genau in dem Moment, wo kanonische Texte von KI / ML sich nicht nur auf diagrammatische Modelle ihrer Entwürfe, sondern ihr Operativ-Werden in tatsächlicher elektrotechnischer Materie einlassen - an den Grenzen zu jenen Funkenschlägen des Realen in den millionenfachen Gattern von Mikroprozessoren: "Elektronendiffusion und quantenmechanische Tunneleffekte laufen über den ganzen Chip" und rütteln damit an der immer schon *unreinen* symbolischen Ordnung computativer Software.¹³⁶

Die Differenz, welche Technik macht

Emergiert in den verschachtelten Schichten des "Deep" Machine Learnings, zwischen den der rückgekoppelten Ein- und Ausgabe der Daten, ein neues Medium, als Alternative zum klassischen Übertragungskanal in der Nachrichtentechnik? Neuronale Netze sind genau dort leistungsstark, wo sie sich vom Modell des menschlichen Hirns lösen. *Backpropagation* ist "not a plausible model of learning in brains"¹³⁷. Dennoch obsiegt das forschenseitige "looking for more biologically plausible ways of doing gradient descent in neural networks" - statt auf eine operative Differenz zwischen Mensch und Maschine im Sinne von Lickliders „Man-Machine Symbiosis“ von 1960 zu setzen. "Die Analyse von menschlichen und maschinellen Intelligenzleistungen mit Hilfe kognitiver Kategorien unterscheidet sich radikal von der

135 David E. Rumelhart / Geoffrey E. Hinton / Ronald J. Williams, Learning representations by back-propagating errors, in: Nature, vol. 323, 9. Oktober 1986, 533-536 (abstract)

136 Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242 (242)

137 Rumelhart / Hinton / Williams 1986: 536

physikalischen Analyse der Prozesse, in denen sie sich realisieren."¹³⁸
Was im abstrakten Modell von neuronalen Erinnerungs- und Lernprozessen eine Information ist, ist elektrotechnisch konkret ein Impuls. Auch Marvin Minskys Modell der SNARC Maschine ("being a physical object, and not digital in operation"¹³⁹), mit der „duration of a pulse and its refractory period“ ist zeitkritisch am Millisekundenbereich für Nervenfeuerung im menschlichen Hirn orientiert, „making the net operate at realistic (neural) speeds“ - doch der „reinforcement process, however“, is „partly mechanical (in the physical sense!)“¹⁴⁰. Medienarchäologie insistiert hier radikal auf einer Epistemologie der Differenz, die Technik macht.

Das Wesen einer techniknahen Medienwissenschaft, in agonaler Anspielung auf die Technikphilosophie Heideggers¹⁴¹, ist eben doch etwas Technisches. Auch „KI“ hat eine Hardware. Wenngleich das Leitbild von „deep learning“ anthropomorphe Kognition verspricht, sind die künstlichen neuronalen Netze höchst anders als das menschliche Hirn in Rechenarchitekturen implementiert.

Maschinelles Lernen: Jenseits der Digital Humanities?

Unter dem Stichwort „Humanities of the Digital“ steht im Feld der Digital Humanities eine kritische Reflexion darüber an, wie das „Denken“ der digitalen Technologien überhaupt funktioniert. Dies aber geht über die schlichte Analyse von Algorithmen und Schaltungen hinaus, wie sie derzeit in der KI-Systeme vorliegen, „die nicht mehr mit klar zugänglichen Algorithmen arbeiten, sondern sich zu einem guten Stück selber programmieren bzw. trainiert werden. Sicherlich sind diese Selbstprogrammierungen noch recht primitiv, aber das eigentlich interessante ist, dass hier aus recht primitiven Mitteln komplexe Formen der Mustererkennung entstehen - hier müssten die medienwissenschaftliche Forschung stärker nach dem Zusammenspiel von Daten und Algorithmen fragen.“¹⁴²

138 Elmar Holenstein, Einführung: Semiotica universalis, in: Roman Jakobson, Semiotik. Ausgewählte Texte 1919-1982, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1992, 9-40 (16)

139 "A neural-analog net with a local reinforcement operator", Kapitel 4/5.2 seiner Dissertation von 1954, Typoskript, 4-33

140 Marvin Lee Minsky, Theory of Neural-Analog Reinforcement Systems and its Application to the Brain-Model Problem, Princeton University, Dept. of Mathematics, 1954, Typoskript 4-38

141 Martin Heidegger, Die Frage nach der Technik [1949], in: ders., Reden und Aufsätze, 2. Aufl. Pfullingen (Neske) 1959, 13-44

142 Elektronische Kommunikation Arndt Niebisch, 29. September 2019

Besonders die techniknahe Medienwissenschaft muß sich den Herausforderungen der KI stellen – und damit die „Digital Humanities“ vielleicht schon überspringen.¹⁴³ Die Algorithmen der KI und die künstlichen neuronalen Netze laufen zumeist noch auf sehr klassischer Hardware. Stellt nun das Machine Learning (rückdatiert bis in die heroische Phase der Kybernetik) eine originäre Alternative, oder gar einen Bruch mit dem bisherigen algorithmischen Denken dar? Bildet sich mit Begriffen wie „Emergenz“ und „Deep“ Learning eine neo-hermeneutische Lizenz heraus, die konkrete Technologie nicht mehr *en detail* analysieren zu sollen? Das Zusammenspiel von Daten und Algorithmen wird in der Tat neu konfiguriert – auf der Spur eines „Technológos“, der vielleicht mehr ist als eine bloß heuristische Arbeitshypothese.

Verfehlt techniknahe Medienwissenschaft das neue (Un)Wesen von Machine Learning?

Medienarchäologie sucht die neue Metaphysik von „Deep“ Learning wieder zu erden, und die entscheidenden techno-logischen Operationen ausfindig machen – konzeptuell ebenso wie hardwareseitig. Dieser Versuch ist mit dem Risiko behaftet, die wesentlichen Agenda (im aktiven Sinne) der Künstlichen Intelligenz zu verfehlen. Kommt Medienarchäologie in ihrer techniknahen Insistenz an ihre Grenzen, wenn es um die neuartigen, „emergenten“ Phänomene massendatengetriebener künstlicher Intelligenz geht? Das Kürzel der XAI, das die Frage nach der „explainability“ von Künstlicher Intelligenz aufwirft, fordert die Reichweite medienarchäologischer Analyse heraus. Auch wenn die materielle Verankerung entsprechender Software außer Diskussion steht, ist die Analyse von Mikroprozessoren eine zwar notwendige, aber nicht mehr hinreichende Begründung *backpropagation*-getriebener „Lern“effekte. Sind künstliche neuronale Netze eher soft-denn hardware-(in)formiert, in einer signifikanten Verschiebung des Technológos materialer Hardwareverdrahtung („no software“ im Sinne Friedrich Kittlers) zu einer metarealen, stochastischen, nicht-symbolischen Intelligenz, deren materielle Verankerung, Infrastrukturen und technische Operationen zum bloßen Vorwand für meta-physische Effekte werden? Es war bereits ganz im kybernetischen und nachrichtentechnischen Sinn¹⁴⁴, daß sich das *bit* über die Materialität des

143 Siehe dazu die aktuelle Ausgabe der Zeitschrift für Medienwissenschaft, 2019, zu „Künstlichen Intelligenzen“

144 In seinem Plädoyer "From Computation to Communication" deklariert Nikola Marincic einen Konzeptwechsel von "Computing machinery" zur "Infrastructure for communication": ders., Computational Models in Architecture. Towards Communication in CAAD. Spectral Characterisation and Modelling with Conjugate Symbolic Domains, Basel (Birkhäuser) 2019, 122 f.

Medienkanals erhebt, indem es mit mathematischer Intelligenz dessen energetisches Rauschen nahezu vergessen macht. Das technische *apriori* wird damit von der Rolle des Mitwirkenden (wie Nietzsche es für seine Schreibkugel beschrieben hat) auf eine schlichte Rahmenbedingung reduziert, die zwar entscheidend für das Ereignisfeld ist, aber nicht mehr hinreichend die aus den Datenmengen resultierenden internen Differenzen erklärt. Verstellt der medienarchäologische Blick als *close reading* der technologischen Bedingungen die Erkenntnis von Mustern, die sich erst im *distant reading* einstellen? Ist damit Materie nicht mehr die zentrale Agentur, sondern nur noch die aller Handlung gegenüber indifferente Bühne der Technologie, intransitiv gegenüber den darauf entfalten Dramen? Die Minimierung des Rauschens macht die Unabdingbarkeit der materiellen Verankerung umso perfider vergessen; daraus resultiert ein neuer Logozenismus, dem radikale Medienarchäologie die Analyse des Technológos entgegengesetzt.

Verbunden mit der Diskussion um "Deep" Machine Learning ist die grundsätzlichere Frage, inwieweit eine techniknahe, Medienanalyse, welche die Aufmerksamkeit unverdrossen auf die Innereien der (kybernetisch unterstellten) Black Box von Technologien und insbesondere *computing* lenkt, noch solche und andere „big data“-basierte "emergente" Phänomene (*social media, ubiquitous computing, the cloud*) zu fassen vermag. Verlagert sich die erkenntniskritische Analyse vom materialen Medienkanal hin zur technomathematischen Potentialität, mithin: Wahrscheinlichkeiten? Während "Analyse", als epistemologische Folge der Alphabetisierung des *lógos* (McLuhan), gerade auf die einzelnen Grundelemente (etwa das künstliche Neuron) und ihre isolierten Eigenschaften zielt, lassen sich emergente Eigenschaften eines Systems wie etwa das Lernen aus komplexen Datenmengen kaum noch – oder grundsätzlich nicht – darauf zurückführen: eine Herausforderung an das Selbstverständnis und die aktuelle Rolle techniknaher Medienwissenschaft als solcher. Sie muß sich buchstäblich techno-logisch verstehen. Was also ansteht, ist ein Begriff von wirklich *technologischer* Intelligenz – der (Haus-)„Geist“ Georg Wilhelm Friedrich Hegel möge es der hiesigen Medienwissenschaft verzeihen. Tatsächlich ersetzt Medienwissenschaft die Philosophie des Geistes (englisch *mind*) durch den „ghost in the machine“.

Vor allem soll Aufklärung darüber errungen werden, wie entscheidend das Paradigma der künstlichen neuronalen Netze mit dem bisherigen Verständnis von diskretem *computing* und symbolischer Programmierung bricht – oder eben nicht. Mit der Gestaltung künstlicher neuronaler Netze geht tatsächlich ein transalgorithmischer Ansatz, als Alternative zur klassischen imperativen Programmierung, einher. Der dem künstlichen neuronalen Netz vorweg einprogrammierte Lernalgorithmus (als invertierter Helmar Frankscher *machine learner*) überschreitet sich selbst dahingehend, daß er im Machine Learning als Datendurchgang zusätzlich eine Selbstmodifikation resultiert: „Learning algorithms – also known as

learners – are algorithms that make other algorithms.“¹⁴⁵ Ist die Funktionsweise eines künstliches neuronales Netz einmal mathematisch formuliert, kann dafür ein Algorithmus gefunden werden, um sie in die Sprache eines von-Neumann-Rechners zu übersetzen. "Hat man erst einmal das Netz, das ein" - von der Künstlichen Intelligenz formuliertes - "Problem löst, gefunden, ist es immer möglich, das Rechenverfahren in einem sequentiellen Programm zu codieren und so weit wie möglich, ohne die Beschränkungen des Netzmodells, zu optimieren.“¹⁴⁶

Nach dieser epistemologischen Dramatisierung ist es nun an die Zeit, den Signalereignissen selbst nahe zu kommen. Aber was heißt dies in Zeiten von Künstlicher Intelligenz: die mathematische Modellierung der - nonlinearen "hidden layers" und die "verborgenen" Programme von "Deep" Learning, oder die sie ermöglichende Computerelektrotechnik? Es ist diese medientheoretische Frage nach dem Verhältnis von abstraktem *lógos* und materieller *techné*, der sich Medienarchäologie in aller Radikalität, d. h. Zu den logischen und dinglichen Wurzeln gehend, stellt. Die Antworten kommen von Seiten der Technik selbst, bedürfen aber der Stimmen von Medienwissenschaft, um zu verlauten. Lauschen wir dieser Verkündung.

Exkurs: "Künstliche" neuronale Netze

Die Anbahnungen des tatsächlichen *Technológos* der sogenannten Künstlichen Intelligenz sind neuronaler Form. An der Schwelle zu Auswegen aus den Sackgassen der klassischen KI bahnt sich ein Paradigmenwechsel an, weg von einer Software, welche Strukturen des menschlichen Hirns auf klassischer von-Neumann-Computer-Hardware lediglich modelliert, hin zu einer dem Gehirn tatsächlich "nachempfundenen" Hardware¹⁴⁷ - näher am Analog- denn Digitalcomputer.

[Künstliche neuronale Netze sind an "natürlichen" neuronalen Netzen orientiert, nämlich der Vernetzung von Neuronen im Nervensystem eines Lebewesens. "Bei KNNs geht es allerdings mehr um eine Abstraktion (Modellbildung) von Informationsverarbeitung, weniger um das Nachbilden biologischer neuronaler Netze und Neuronen, was eher

145 Pedro Domingos, *The Master Algorithm*, hier zitiert nach: Ed Finn, *What Algorithms Want. Imagination in the Age of Computing*, Cambridge, Mass. (The MIT Press) 2017, 183

146 Rojas 1993: vii

147 Ralf Otte, zitiert nach: <https://www.campus.de/buecher-campus-verlag/wirtschaft-gesellschaft/wirtschaft/maschinenbewusstsein-16813.html>, Abruf 10. Dezember 2021, über das Buch von Ralf Otte, *Maschinenbewusstsein. Die neue Stufe der KI – wie weit wollen wir gehen?*, Frankfurt / New York (Campus), erschienen September 2021

Gegenstand der Computational Neuroscience ist. Es ist jedoch zu beobachten, dass die Grenzen zwischen diesen Teildisziplinen zunehmend verschwinden."¹⁴⁸

Dies ist nun der medienarchäologische Moment, der Versuchung zur vorschnellen epistemischen Spekulation zu widerstehen und das Argument in konkreter technikimmanenter Analyse zu "erden" - am Gegenstand archaischer Implementierungen von KNNs in der Programmiersprache BASIC.

[Medienwissenschaft an der Universität ist eine Komposition aus verschiedenen Lehr- und Studienformaten: die wortlastige Vorlesung, das analytische Seminar, sowie die praktische Übung. Um dem Logos von Medientechniken auf die Spur zu kommen, bedarf es dieser akademischen Dreifaltigkeit.]

In diesem Zusammenhang ist es umso wichtiger, zwischen genuin technischen und anthropozentrischen Metaphern zu unterscheiden, wie es etwa auch in der Verwechslung von Gedächtnis und Speicher diskursmächtig geworden ist: "Some computer scientists prefer the term 'storage' to 'memory' because it more accurately describes what the computer does" (Walker 1987). Read-write "memories" in Digitalcomputern bestehen aus Transistoren - "far simpler than a neuron" (ebd.). Ein Neuron für humanes Denken und Gedächtnis ist eine Komposition aus Dendriten, eines Zellkörpers, sowie eines Axons zum Zweck der interkonnektiven und gewichteten Signalübertragung. Hierin ist die Netzmetapher verkörpert - die sich aber, um den Preis der Differenz von reduktivem Modell und tatsächlicher Verkörperung in BASIC auf einem archaischen Commodore 64 Heimcomputer simulieren läßt. "The technical name for this is an 'associative memory', so called because it recalls items based on similarity, like the brain, as opposed to location, like a computer" (Ibid.). Jede künstliche neuronale Verbindung, "which is equivalent to a synapse in the brain, has its own weight: positive to excite, negative to inhibit, and zero if there is no connection" (ebd.).

[Die Synapsen im menschlichen Hirn sind bei der Geburt noch "lose" gekoppelt und werden erst durch konkrete kulturtechnische Kontexte *hardwired*.]

Auf diese Weise lassen sich neuronale (Gestalt-)Wahrnehmung und andere kognitive Prozesse auf numerisches *computing* abbilden, wobei die Wichtungen in einer Matrix gespeichert werden, welche materiell durch das Gitter eines Random Access Memory-Chip verkörpert ist. Auf diese Weise emergieren dynamische Muster aus wiederholtem Training.

148 https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliches_neuronales_Netz, Zugriff 2. Februar 2022

Vormals ontologische Fragen wie die nach dem Wesen des menschlichen Gedächtnisses lassen sich damit technisch radikal desanthropomorphisieren, als experimentelle Epistemologie sowie technisches Modellieren.

Der technologischen Orientierung von KNNs am biologischen Vorbild steht aus radikal medienarchäologischer Perspektive die Freisetzung, Autonomisierung, geradezu Entfesselung der Eigenlogik technischer Intelligenz entgegen, auf der Spur eines genuinen Technológos. In welchen Formen würde sich dieser artikulieren? Unversehens ist damit eine Novelle von Herman Melville aufgerufen (vertraut aus seinem Walfischfang-Roman *Moby Dick*): *Bartleby the Scrivener*. Wie schon im Titel angedeutet, figuriert hier ein Büroangestellter in New York, der indessen mit der Zeit auf Anfragen nur noch mit der Redewendung "I'd prefer not to" antwortet und seitdem Anlass zu allerlei philosophischen Spekulationen (über Gilles Deleuze bis zu Slavoj Žižek) gegeben hat. KNN würden erst in dem Moment wirklich künstliche Intelligenz zeitigen, wo sie ein solches "lieber nicht" zu formulieren imstande sind. Erst in der Verweigerung signalisiert sich wirklich künstliche Intelligenz.

"Bartleby's "I would prefer not to" is [...] a kind of arche [*sic*], the underlying principle [...]: far from 'overcoming' it, the subsequent work of construction, rather, gives body to it", und "to discern the void" - ein Reales, das sich nicht symbolisch definieren und damit auch nicht programmierbar ist - "that separates material reality from itself, that makes it 'non-all'"¹⁴⁹. Damit artikuliert sich - in Anspielung auf Gotthard Günthers Fragestellung - eine Art *negatives* Selbst-Bewusstsein der Maschine. Was sich aus Menschensicht wie ein technischer Fehler gibt - also ein Hardwaredefekt, oder ein Software-"Bug", ist aus Sicht des Computers (und Debuggers) ebenso elektronisch wie logisch nur konsequent.

Der genannte Paradimenwechsel von lediglich symbolisch programmierten zu real implementierten künstlichen neuronalen Netzen resultiert in einer gleichursprünglichen, primordialen (und nicht nur metaphorischen) Gleich-Stellung von menschlicher und maschineller Neur(e)alität - wird aber erst als Implantat eine tatsächliche "Verschmelzung von Mensch und Maschine"¹⁵⁰. Konkret heißt das:

149 Exzerpt aus: *The Parallax View* by Slavoj Žižek, hier zitiert nach: Webseite "Disturbing Bookclub", <https://disturbingbookclub.tumblr.com/post/160523968635/i-would-prefer-not-to-is-to-be-taken-literally>, Abruf 2. Februar 2022

150 Ralf Otte, zitiert nach: <https://www.campus.de/buecher-campus-verlag/wirtschaft-gesellschaft/wirtschaft/maschinenbewusstsein-16813.html>, Abruf 10. Dezember 2021, über das Buch von Ralf Otte, *Maschinenbewusstsein. Die neue Stufe der KI - wie weit wollen wir gehen?*, Frankfurt / New York (Campus), erschienen September 2021

neuromorphes *computing* sucht nun tatsächlich "Hirnstrukturen in Hardware nachzubauen [...] von der Emulation" altertative

" des Nervensystems wohl nicht mehr weit entfernt"¹⁵¹ - jenseits des kybernetischen Cyborg-Modells, das noch zwischen Mensch und Maschine wohl zu unterscheiden vermag und damit den anthropozentrischen Narzismus nicht wirklich irritiert.

Neuronale Netze, so lehrt ein rascher Blick in eine Online-Enzyklopädie, die ihrerseits topologisch hypertextuell wie hypertemporal komponiert ist, bezeichnen in den Neurowissenschaften "eine beliebige Anzahl miteinander verbundener Neuronen [...], die als Teil eines Nervensystems einen Zusammenhang bilden, der einer bestimmten Funktion dienen soll. Abstrahiert werden in Computational Neuroscience darunter auch vereinfachte Modelle einer biologischen Vernetzung verstanden. In der Informatik, Informationstechnik und Robotik werden deren Strukturen als künstliches neuronales Netz modelliert und technisch nachgebildet, simuliert und abgewandelt."¹⁵²

Je genauer wird hinsehen, desto technischer wird das menschliche Hirn selbst, als ein Hybrid aus Analog- und Digital*computing*:

"Die Neuronen sind über Synapsen miteinander verknüpft, die als Verknüpfungsstellen oder Knoten eines interneuronalen Netzwerks aufgefasst werden können. Daneben findet zwischen Neuronen und Zellen der Neuroglia [...] in chemischer und elektrischer Form ein Austausch statt, der die Gewichtung von Signalen verändern kann."¹⁵³

[Gliazelle ist ein Sammelbegriff für Zellen im Nervengewebe, die sich strukturell und funktionell von den Nervenzellen (Neuronen) abgrenzen lassen. Der Entdecker der Gliazellen war Mitte des 19. Jahrhunderts Rudolf Virchow. Er vermutete eine Stütz- und Haltefunktion und gab den Zellen deshalb den Namen Gliazellen, abgeleitet aus dem griechischen Wort *glia* für 'Leim'.]

[Hier überlagert sich die von McCulloch / Pitts untersuchte binäre Schaltungslogik des menschlichen Gehirns mit den "analogen" Signalwandlern im Analogcomputer namens Körper. Auch Lacan zufolge ist das Symbolische mit dem Realen buchstäblich "verleimt" (*englué*).]

151 Elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, 9. Dezember 2021, unter Bezug auf: https://de.wikipedia.org/wiki/Neuromorpher_Chip

152 https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales_Netz, Zugriff 2. Februar 2022

153 https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales_Netz, Zugriff 2. Februar 2022

"Die 'Schaltungstechnik' von Neuronen" - im Wikipedia-Artikel als Symptom einer begrifflichen Verunsicherung in Anführungszeichen gesetzt, als sei der Unterschied zwischen symbolischem Schaltkreis (Shannon) und biologischem Realen nicht mehr fassbar, und damit eine Unterminierung der Lacanschen Unterscheidung (die damit nur noch einen heuristischen, nicht aber ontologischen Sinn mehr macht) - "kennt üblicherweise mehrere Eingänge und einen Ausgang. Wenn die Summe der Eingangssignale einen gewissen Schwellenwert überschreitet, „feuert“ das Neuron (Erregungsbildung): Ein Aktionspotential wird am Axonhügel ausgelöst, im Initialsegment gebildet und entlang des Axons weitergeleitet (Erregungsleitung). Aktionspotentiale in Serie sind die primären Ausgangssignale von Neuronen. Diese Signale können über Synapsen anderen Zellen vermittelt werden (Erregungsübertragung). An elektrischen Synapsen werden die Potentialänderungen in unmittelbarem Kontakt weitergegeben. An chemischen Synapsen werden diese in ein Transmitterquantum als sekundäres Signal umgesetzt, also durch Botenstoffe übermittelt (Transmission)."¹⁵⁴ *Nota bene*: Es ist längst schon die Sprache der Nachrichtentechnik, welche die Analyse neuronaler Prozesse (auch messtechnisch) bestimmt, und damit *en arché* die Brücke zur Künstlichen Intelligenz schlägt.

"Superintelligenz", und die Selbstabschaffung des humanen (Anthropo-)Logos

Wenn künstliche Intelligenz eines Tages die Fähigkeit erlangen könnte, sich selbst zu verbessern, führt dies zu einer "Explosion der Intelligenz", befürchtete einst der Physiker Stephen Hawking.¹⁵⁵ Durch die damit einhergehende Überlegenheit der KI wäre eine Verdrängung der Spezies Mensch durch superintelligente künstliche Intelligenz denkbar" (Wikipedia ebd.).

Ein Echo darauf ist der Neologismus der "Technologeme" als Analogiebildung zum kleinsten linguistischen Element der "Phoneme". Konzeptuell handelt es sich ebenso um eine Analogie, nämlich zur ihrerseits biogenetischen Analogiebildung der "Meme", die ebenso zwischen heuristischer (abduktiver) Hypothese und ontologischer Behauptung oszilliert. Technologeme bedienen sich - gemäss der *Technológos*-Hypothese - des Menschen als Wirt (oder gar "Medium"), um als Hardware *realisiert*, und als Software in Vollzug gesetzt zu werden. Denn der Logos bedarf der technischen Verkörperung als notwendiges *parergon* (als Mit-am-Werk-Sein). Dieses Angewiesensein umfasst indessen nicht mehr nur menschliche, sondern auch maschinell-

154 https://de.wikipedia.org/wiki/Neuronales_Netz, Zugriff 2. Februar 2022

155 Hier paraphrasiert nach: <https://de.wikipedia.org/wiki/OpenAI>, Zugriff 15. Januar 2022

autonome Intelligenz.

"Superintelligenz (wörtl. Über-Intelligenz) bezeichnet Wesen oder Maschinen mit dem Menschen in vielen oder allen Gebieten überlegener Intelligenz."¹⁵⁶

[Was aber sind "Wesen"? Die Fragestellung oszilliert hier zwischen Ontologie und Operativität: Gibt es ein unveränderliches "Wesen", oder nur "Weisen", also operative Modi der technischen Intelligenz? Die Frage nach dem Wesen hängt in der Medienwissenschaft eng mit der nach den Artikulationsformen (Logos) ihres Wissens zusammen. Doch was ist ein Wesenskern? Teilt die Technológos-Hypothese als Frage nach der (Quint-)Essenz ihr Schicksal mit einer anderen aristotelischen Theoriefiktion, nämlich dem "Äther"? Im erweiterten Sinne meint das "Wesen" in der aristotelischen Philosophie die durchgehende Bestimmtheit eines konkreten (hier nun im Sinne Simondons: technischen) Individuums respektive einer Institution. Vor allem aber ist das Wesen "dem entgegengesetzt, was sinnenfällig erfassbar ist, d. h., es ist das Unsinnliche, das nur im Denken erfassbar ist"¹⁵⁷. Gilt dieses Kriterium auch für nicht-humane "Wesen"?)

Der Begriff der Superintelligenz findet nicht nur im Bereich der Science-Fiction, sondern insbesondere auch im Transhumanismus Verwendung. Doch "[e]in tatsächlich geistig überlegenes Wesen, das die Kriterien einer Superintelligenz erfüllt, ist nach heutigem Kenntnisstand nicht bekannt."¹⁵⁸

Superintelligenz korreliert mit Ray Kurzweils Begriff einer kommenden "Singularität", als ein auf die Zeitachse namens Zukunft verlagerter *Transhumanismus*.

Da der Bau einer hyperintelligenten Maschinen selbst eine einer intellektuellen Fähigkeiten bedarf, "kann eine ultraintelligente Maschine noch bessere Maschinen bauen; zweifellos würde es dann zu einer explosionsartigen Entwicklung der Intelligenz kommen, und die menschliche Intelligenz würde weit dahinter zurückbleiben. Die erste ultraintelligente Maschine ist also die letzte Erfindung, die der Mensch zu machen hat", spekuliert I. J. Good 1965 in seinen *Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine*.¹⁵⁹

Doch die von einem Zeitgenossen, dem Philosophen der Kybernetik

156 <https://de.wikipedia.org/wiki/Superintelligenz>, Zugriff 15. Januar 2022

157 [https://de.wikipedia.org/wiki/Wesen_\(Philosophie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Wesen_(Philosophie)), Abruf 16. Januar 2022

158 <https://de.wikipedia.org/wiki/Superintelligenz>, Zugriff 15. Januar 2022

159 Zitiert hier nach dem Wikipedia-Eintrag "Superintelligenz", <https://de.wikipedia.org/wiki/Superintelligenz>, Zugriff 15. Januar 2022

Gotthard Günther diskutierte Frage, ob die Superintelligenz "ein Selbstbewusstsein oder Erinnerungsvermögen besitzt, bleibt außen vor"¹⁶⁰. Günthers kybernetischer Epistemologie zufolge gestaltet der Mensch in Form "denkfähiger" Maschinen namens Computer (als die "zweite", nicht mehr nur thermodynamische, sondern trans-archimedische Maschine) eine Analogie des Eigenbewusstseins.

Als eine künstliche, zumeist graphisch dargestellte Person (also: Maske) wird ein Avatar "einem Internetbenutzer in der virtuellen Welt zugeordnet", abgeleitet aus dem Sanskrit.¹⁶¹ Mit diesem Begriff - 1992 von Neal Stephenson in seinem Roman *Snow Crash* populär gemacht - wird ferner eine sonische Künstliche Intelligenz bezeichnet, mit der Anwender in natürlicher Sprache kommunizieren können (ebd.) - mithin Chat-Bots (medienarchäologisch abgeleitet von ELIZA) und Sprachassistenten. Der begriffsgebende Hinduismus bezeichnet mit dem Avatāra "das Herabsteigen einer Gottheit in irdische Sphären" (ebd.), das mit einer auch christologisch vertrauten Geist-Körper-Transfiguration einhergeht, mithin also einer Inkarnationen bedarf. In diesem Sinne ist auch der *Technológos* die medienspezifische Weise eines gewissen Wissens und eine Wesenheit, von Menschen überhaupt erst erkannt werden zu können (in Anspielung auf Gilbert Simondons technikphilosophischen Klärungen der "Existenzweise technischer Objekte"¹⁶²).

In einer anthropozentrischen Lesart des *Technológos* suchte sich der mit Sprache und Bewusstsein begabte Mensch immer schon seiner vulnerablen, entropischen Körperlichkeit (Metabolismus, Sterblichkeit) zu entledigen, sich also durch Kultur - die von Vilém Flusser ihrem Wesen nach als negentropisch, geradezu widernatürlich definiert wird - durch "Geist" über Materie zu erheben.

Nicht erst in Computerspielen gibt es keinen tatsächlichen Tod mehr; bereits die symbolische Ordnung der Literatur (mit Schrift und Buchdruck) verfehlt den Tod im Realen. Schriftsteller gehen bisweilen so weit, dass ihr eigentliches Leben erst mit den Lektüren ihrer Werke ansetzen: Worte als Grabrede, buchstäblich "von jenseits des Grabes"¹⁶³. Buch 6 "Die Entflohene" von Albert Prousts Romanwerk *A la Recherche du Temps Perdu* verliert sich in endlosen Erinnerungsspielen an die nur im symbolischen Regime der Lettern "gestorbene" Geliebte Albertine. Doch alle Zeichenketten bedürfen der Inspiration, um als Phantome in Vollzug gesetzt zu werden. Solch buchstäbliche Begeisterung aber ist nicht

160 Wikipedia, Eintrag "Superintelligenz"

161 Eintrag "Avatar", [https://de.wikipedia.org/wiki/Avatar_\(Internet\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Avatar_(Internet)), Zugriff 25. Januar 2022

162 Gilbert Simondon, *Die Existenzweise technischer Objekte* [FO 1958], Zürich (Diaphanes) 2012

163 So ausdrücklich François-René de Chateaubriand, *Mémoires d'outre-tombe* (1849-1851)

mehr exklusiv menschlicher Natur, seit mit der Turingmaschine ein Lese- zugleich auch Schreibkopf zu sein vermag. Mit Künstlicher Intelligenz wird technische Materie selbst Geist. Die humanistische Dichotomie von Geist und Materie wird hier - mit Hegel formuliert - "aufgehoben".

Künstliche Intelligenz ist nicht länger Science Fiction, seitdem die Rechenmächtigkeit der damaligen Elektronik (sowohl hinsichtlich der Hardware, wie ihrer Programmierung) den Entwurf künstlicher neuronaler Netze in den Bereich der Echtzeit gerückt hat. Die klassische Kybernetik war noch aus dominant anthropozentrischer Perspektive formuliert; *rethinking cybernetics* heisst, die technische Analyse radikal zu desanthropologisieren. Doch selbst die Rede vom Posthumanen bleibt *ex negativo* noch am Menschenbild orientiert, während der tatsächlich oder schlicht mitgedacht Bindestrich in alternativer Schreibweise (posthuman) den Hiatus, den Abgrund des Realen gegenüber der symbolischen Ordnung, signalisiert.

Die Wiederkehr kybernetischer Modelle in Form aktuellen Maschinenlernens hat die Prozesse vollständig *in* die Maschine verlagert. Wo aber ist "die Maschine" selbst angesiedelt? Stellt nicht schon Al-Khwarizmis Algorithmisierung des Rechnens, sowie Vietas Algebraisierung des Alphabets, eine maschinale Operation dar?

Der Satz des Pythagoras $a^2 + b^2 = c^2$ erinnert nur noch vordergründig an die ersten drei Zeichen des Alphabets als "abc" - jedoch in einer radikal andersartigen, von aller Phonik losgelösten Funktion. Der Lógos wechselt hier von der Sprache zur Mathematik.

Dem folgt Leibniz' "Kalkül" als symbolische Formalisierung der Wissenschaften. Obgleich noch an performative Kulturtechniken (nämlich an menschliche Hände als Ausführungsorgane) gebunden, stellen solche Operationen bereits eine Mechanisierung des Denkens dar.¹⁶⁴

Doch die sogenannte Künstliche Intelligenz wird erst dann intelligent, wenn sie nicht mehr menschtelt, sondern ihre eigentliche Künstlichkeit entfaltet, als das technologisch Andere (der *Technológos*) gegenüber einem humanozentrischen Geistesbegriff. Inwieweit unterscheiden sich Intelligenz und "Geist"? An die Stelle anthropomorpher Emulationen menschlichen Sprechens, Malens, Hörens, Fühlens und affektiven oder subtilen Verhaltens, die vermittelt künstlicher neuraler Netze unter Training massiver Datensätze aus "sozialen Medien" (und menschlichen Trainern) im "Deep" Machine Learning resultieren, tritt damit eine eigenständige kybernetische Maschinenpädagogik. Bezeichnenderweise heißen von Seiten Amazons jene menschlichen Arbeitskräfte, welche zum

164 Ein Gedanke von Gregor Krüger-Pammin (Masterstudium Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin), mündliche Diskussion vom 5. Januar 2022

Trainieren von "Deep" Machine Learning noch grosse Bildermengen semantisch verschlagworten sowie andere "On-Demand-Aufgaben" ausführen, die Computer derzeit nicht ausführen können, *mechanical turks*.¹⁶⁵

Die Künstliche Intelligenz kennt den "Clever Hans"-Effekt, das auf das Phänomen eines (pseudo-)rechnenden Pferds zurückgeht - welches kleinste Regungen seines Trainers schlicht imitierte. Die klassische Unterscheidung zwischen einer "starken" (tatsächlichen) und "schwachen" (lediglich Menschen simulierenden oder täuschenden) Künstliche Intelligenz gilt analog auch für die Diskussion der *Technológos*-Hypothese.

Gleich dem "objektorientierten" spekulativen Realismus befasst sich auch die *Technológos*-Hypothese vielmehr mit der Ontologie der Objekte und Prozesse, statt (Medien-)Erkenntnis auf den Subjektzentrismus der menschlichen Wahrnehmung zu beschränken. Schließlich sind es erst technische Medien der Messung, welche menschlicher Beobachtung Einsichten in den Eigensinn der Objektwelt gewährend - um den Preis ihrer irreduziblen Verzerrung in der Repräsentation respektive Mit-Teilung ("Kommunikation") ihrer medienseitigen Eigenlogik.

GRUNDANLIEGEN DER MEDIENARCHÄOLOGIE GEGENÜBER KÜNSTLICHER INTELLIGENZ (KI) UND MACHINE LEARNING (ML)

"Deep" Machine Learning (ML) scheint in seiner komputativen Komplexität selbst für Informatiker kaum noch durchschaubar. Eine kritische (Medien-)Wissenschaft aber steht und fällt mit dem Anliegen der sogenannten XAI (Explainable Artificial Intelligence). Lässt sich die *black box* noch öffnen, und liegt gerade darin die Antwort techniknaher Forschung auf den *latent space* von Convolutional Neuronal Networks? Einer gewisse metaphysische Verlockung, die Hervorbringungen von mit *big data* trainierten künstlichen neuronalen Netzen als "intelligent" hinzunehmen, setzt die techniknahe Medienarchäologie einerseits Turings Einsicht in die Maschinenhaftigkeit menschlicher Intelligenz selbst entgegen, und andererseits die konkrete Signal(verlaufs)analyse. Sie betont damit die posthumane Alterität des *Technológos*, wie er sich geradezu technopsychisch in den "Fehlern" generativer KI artikuliert - oder als "Freudsche Versprecher" in ChatGPT.

Bernhard Siegert schreibt im Untertitel seines Buches *Kulturtechniken* von "Rastern, filtern, zählen und andere[n] Artikulationen des Realen"¹⁶⁶.

¹⁶⁵ Eintrag "Amazon Mechanical Turk", https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Mechanical_Turk, Zugriff 29. Januar 2022

¹⁶⁶ Baden-Baden (Rombach Wissenschaft) 2023

Nun ist die Artikulation bereits eine In-Formation, eine Kodierung - des physikalisch Realen (Materie, Energie) von Seiten des Logos, oder als Artikulation von Seiten des Realen selbst? Dieses Reale ist indessen bereits begrenzt durch die Menge der formbaren Materie (die aristotelische *hylé*), welche durch die *technē*, d. h. das menschliche Kunst(hand)werk (*techné*) als Kulturtechnik, später: Vernunft, eine bestimmte Gestalt (*morphé*) annimmt.¹⁶⁷ Damit wird indessen logozentrisch noch die Suprematie des formenden Geistes in informierbarer Materie unterstellt. Die Informatisierbarkeit von Materie / Energie ist indessen selbst schon ein Indiz eines latenten *Technológos*, der nicht exklusiv menschenseitig erschaffen, sondern zur Artikulation gebracht wird.

"Posthuman" ist diese Sphäre im nicht-historistischen Sinne, dass nicht die Natur unmittelbar, sondern über ihre Antithese namens menschliche Kultur jenes Wissen generiert hat, welches sich dann nahezu dialektisch techno-logisch mit der Physik rückkoppelt. Der Neologismus des *Technológos* setzt sich vom trivialen Begriff der Technologie als die Lehre "über" Technik ab; er versteht darunter vielmehr das technikimmanente Wissen.

Im Oktober 2019 führte das Lehrgebiet Medientheorien der HU zu Berlin einen Workshop zum Thema *Deep Learning* durch. Inzwischen ist die Lage durch die Veröffentlichung von Sprachmodellen wie GPT-4 zwar eskaliert, und selbst der Medientheorie fällt es in ihrer akademischen Bedächtigkeit schwer, noch in Echtzeit mit dieser Beschleunigung mitzuhalten. Doch um so mehr bleibt der Untertitel der damaligen Veranstaltung aktuell: *Techniknahe Antworten auf die Metaphysik der Künstlichen Intelligenz*. Mehr denn je sind sowohl kritische Infragestellungen der impliziten Tiefenhermeneutik des sogenannten "Deep" Machine Learning notwendig, als auch Aufklärung zur Entzauberung ihrer scheinbaren Magie.

Wie aber über KI / ML sprechen: in der diskursiven Form der Medienwirkungsforschung, oder in der hochpräzisen technomathematischen Sprache der Informatik? Erkenntnisfunken lassen sich nur aus einer *techniknahen* Analyse der Mechanismen von KI / ML schlagen. Genau hier ist der Ort von Medienwissenschaft, die sich als zugleich technische wie philosophisch reflektierende Disziplin versteht.

Klaus-Robert Müller, welcher an der Technischen Universität Berlin die Professur für maschinelles Lernen bekleidet und sich in der Fachliteratur durch algebraische Formeln und signaltechnische Formulierungen ausdrückt, äußerte sich in einer Diskussionsrunde kürzlich zu Chancen und Risiken von KI / ML vielmehr im geisteswissenschaftlichen Jargon.¹⁶⁸ Gerade dieser aber ist durch KI-Chatbots kinderleicht zu emulieren, so

167 <https://de.wikipedia.org/wiki/Hyle>, Abruf 11. Oktober 2023

wie im aktuellen Prompt Engineering an der Mensch-Maschine Schnittstelle die Eingabe in alltagssprachlich vertrauter Syntaktik und Semantik, nicht mehr die klassische Anpassung an die Logik als Sprache des Computers verlangt. Ein bisheriger medienarchäologisches Gebot, nämlich: "du sollst nicht nicht programmieren können") wird damit aushebelt.¹⁶⁹

Nach wie vor klafft eine Lücke zwischen dem diesbezüglich Fachjargon der Informatik und den Kompetenzen klassischer geisteswissenschaftlicher Fächer, deren Verständigungsform primär verbalsprachlich ist und damit das Hauptangriffsziel von Natural Language Processing bildet. Die eigentliche Formulierung des KI / ML-internen Geschehens aber geschieht vielmehr in algebraischen Formeln und topologischen Diagrammen und ist in den entsprechenden Fachpublikationen - im krassen Gegensatz zur journalistischen Form der KI-Diskussion - längst selbstverständlich. Zwischen beiden Welten steht als Brückendisziplin die Medienwissenschaft in ihrem Bemühen, auch die technische Sprache zu verstehen - im gemeinsamen Bemühen *um* den Begriff von KI / ML.

[Ihre Argumente verstehen sich als Einladung an die KI-bezogenen Fachwissenschaften, technische und andere Fehldeutungen von Seiten der Medientheorie zu korrigieren, um ihnen im Gegenzug dafür epistemologische Fragestellungen und Anregungen zu liefern.]

Die andauernden Diskussionen um "KI" drohen sich in klassischen Fragen von Typus "Können Maschinen denken?" zu verlieren. Der rein philosophischen Spekulation gegenüber sucht Medienwissenschaft diese diskursive und phänomenologische Debatte mit einem anderen Begriff "künstlicher" - mithin also technischer - "Intelligenz" zu konfrontieren, nämlich als Erkundung dessen, was das technologische System selbst "weiß". Damit läßt sich spekulative KI / ML-Philosophie radikal medienarchäologisch im so genannten "speculative programming" *erden* - und dies durchaus im elektrotechnischen Sinn dieses Begriffs, doch ebenso im Anschluss an Martin Heideggers Technikphilosophie.

Medienarchäologie als spezielle Methode von Medienwissenschaft kritisiert vor allem die Hardwarevergessenheit in den Debatten um Künstliche Intelligenz, und widmet sich dem *Technológos* von Machine Learning; auf deren Hypothese - als heuristische Unterstellung - läuft

168 So etwa in einer vom Deutschlandfunk aufgezeichneten und am 31. März 2023 gesendeten Diskussionsrunde über das Vorrücken von KI / ML im Alltag: das 88. Zeitforum Wissenschaft an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

169 Siehe Frederik Bussler, Will GPT-3 Kill Coding?, Towards Data Science, 2020, <https://towardsdatascience.com/will-gpt-3-kill-coding-630e4518c04d>

einie *medienepistemologische* Argumentation hinaus. Denn es handelt sich bei Künstlichen Neuronalen Netzen nicht mehr schlicht um eine materielle "Objektivierung des Geistes" im Sinne G. W. F. Hegels (des Hausgeistes der hiesigen Medienwissenschaft). Techno-logisch (d. h. in logischen Gattern und topologischen Graphen) informierte Materie ist vielmehr ihrerseits "geistfähig", eine Affordanz gleich den Field Programmable Gate Arrays im massiven Parallelcomputing in ihrem modularen Unterschied zu den evolutionär gewachsenen Verknüpfungen bio-neuronaler Netze.

Zum "medienarchäologischen Blick" auf KI und ML

Der Hörsaal 2093¹⁷⁰ grenzt unmittelbar an das Winckelmann-Institut und ist auf dem Weg dahin von Gipsabgüssen antiker Plastik umgeben. Zwar steht die ebenso technikleiche wie erkenntnisorientierte Medienarchäologie der diskurs- und strukturanalytischen *Archäologie des Wissens* Michel Foucaults näher als der Klassischen Archäologie, doch sie teilt mit ihr das Apriori der Materialität aller (Medien-)Kultur. Nur dass diese Materialitäten, im Verbindung mit dem einprogrammierten Logos und den zu prozessierenden Daten, nun selbst tätig werden: künstliche neuronale Netze sind *aktive* Archäologen eines in *big data* impliziten Wissens.

In diesem Sinne untersucht Medienarchäologie hardwarenah die Medienphysik - statt: Metaphysik - der Künstlichen Neuronalen Netze. Das "artificial" von *intelligence* heißt nichts Künstlerisches, sondern im antiken Wortsinn das Technische. Dies umfasst auch die Infrastruktur zur Datenprozessierung von "Machine Learning" in Echtzeit und ihre Übertragung aus einer Metapher namens "the cloud". Neben das von Kevin Ashton konzipierte Internet of Things im 5G-Netz¹⁷¹ tritt das neuronale Net of Artificial Thinking respektive Thought.

(Medien-)Techniktheater in Zeiten von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning

Vor Jahrzehnten provozierte der Diskursstifter der international gerne so genannten und - im Unterschied zu den eher diskursorientierten Cultural Studies - techniknahen "German Media Studies", Friedrich Kittler mit seinem Vortrag auf einer Konferenz an der Stanford University unter dem

170 Der Ort dieses Vortrags im Rahmen der Ringvorlesung "Künstliche Intelligenz" an der Humboldt-Universität zu Berlin, 26. Mai 2023

171 Dazu Virginie Taborowski, Ist künstliche Intelligenz intelligent? Das medienökologische Umfeld künstlicher Intelligenzen und die Auswirkungen auf das Mensch-Technik-Verhältnis im digitalen Zeitalter, Masterarbeit im Fachgebiet Medienwissenschaft der HUB, Juli 2021

programmatischen Titel "There is no Software"¹⁷². Im Jahr 2023 steht ein Update dieses Diktums an. Zwar gibt es nach wie vor "keine Software", die nicht schlicht eine Funktion technischer Hardware ist, doch in anderer Form, oder besser: als janusköpfiges Doppelwesen aus materieller Form (in-formierte Elektrotechnik) und mathematischer Information: als operativ-diagrammatische Modellbildung künstlicher neuronaler Netze. Von daher *gibt* Software durchaus etwas. Welchen Wert hat hier noch der medienarchäologische Fokus auf Computerschaltungen ("historisch" oder nicht), außer um für einen kurzen Moment daran zu erinnern, dass auch komplexe *convolutional networks* nach wie vor zumeist auf klassischer von-Neumann-Architektur des Computers laufen? Zum Einen insistiert Medienarchäologie, dass auch Künstliche Intelligenz respektive "Deep" Machine Learning (samt ChatGPT) nach wie vor in Mensch und / oder Maschine unabdingbar unter Hardware- oder Wetware- Bedingungen ablaufen. Indessen ist diese Verdinglichung anderer technologischer Natur (*physis*), nämlich die Inkarnation eines *Technológos*. Damit wird auch der geläufige Begriff von "Technologie" anders lesbar, nämlich: noch buchstäblicher (und wortwörtlicher) denn je.

Zur Herausforderung mikrochip- und platinennaher Technikanalyse durch KI / ML

Wie medienepistemisch zielführend respektive erkenntnisleitend ist für ein konkretes Begreifen der Mechanismen aktueller KI / ML noch der Abstieg hinunter auf die konkrete Bit-Ebene mit ihren Signalspannungen auf der Registerebene einer CPU? Diese Einsicht in die nach wie vor unabdingbare Inkarnation künstlicher neuronaler Netzwerke in konkreter Materie (oder Biomasse) verschiebt sich auf die buchstäblich *vorgeschaltete* medienarchäologische Ebene der Möglichkeitsbedingungen (des *a priori* in Kants Kritik der Urteilskraft). Tatsächlich hat sich der serendipische Witz (das Wissen) von KI (anders als noch in der ersten Generation symbolisch programmierter KI, notorisch etwa Weizenbaums Ur-Chatbot ELIZA), mit ChatGPT auf die Ebene der techno-mathematischen Modellierung verschoben. In diesem Sinne lässt sich der Begriff der "künstlichen Intelligenz" medienseitig auflösen: künstlich meint hier technisch, und Intelligenz die Mathematik. Es handelt sich hier nicht nur um eine tektonische Verschiebung (quantitativ), sondern Asymmetrie (qualitativ) im Sinne der Kategorienlehre des Aristoteles.

Um etwa den techno-logischen Idiosynkrasien (dem *Technológos*) von mit Stable Diffusion generierten Bildern auf die medienarchäologische Spur zu kommen, ist der Fokus auf die unterste Ebene nicht länger

172 Deutschsprachige Version: Friedrich Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 225-242

erkenntnisleitend im Sinne von XAI, sondern erweist sich vielmehr als das schlicht weitgehend standardisierte technische Apriori des Logos. Umso notwendiger ist die Gretchenfrage: Inwieweit entwickelt sich jede - zumal "künstliche" - Intelligenz überhaupt erst *als* technische Inkarnation mathematischer Modelle? Demnach wirkt gerade die jeweilige stoffliche und energetische Konkretisierung am Wesen dieser "Intelligenz" mit - wie im OSI-Modell für das Internet die unterste physikalische, technisch infra- und intrastrukturelle Ebene.

[Der "Schaltkreis" - schon als Begriff ein Oxymoron - stellt die konkrete Szene der Begegnung der symbolischen Ordnung - des Logos - mit dem Realen der *physis* dar:

"An electronic circuit is composed of individual electronic components, such as resistors, transistors, capacitors, inductors and diodes, connected by conductive wires or traces through which electric current can flow. It is a type of electrical circuit and to be referred to as electronic, rather than electrical, generally at least one active component must be present. The combination of components and wires allows various simple and complex operations to be performed: signals can be amplified, computations can be performed, and data can be moved from one place to another.

Circuits can be constructed of discrete components connected by individual pieces of wire, but today it is much more common to create interconnections by photolithographic techniques on a laminated substrate (a printed circuit board or PCB) and solder the components to these interconnections to create a finished circuit. In an integrated circuit or IC, the components and interconnections are formed on the same substrate, typically a semiconductor such as doped silicon [...].

An electronic circuit can usually be categorized as an analog circuit, a digital circuit, or a mixed-signal circuit (a combination of analog circuits and digital circuits). The most widely used semiconductor device in electronic circuits is the MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor)."¹⁷³

[Das Open Systems Interconnection-Modell bezieht sich auf Netzwerkprotokolle als "Schichtenarchitektur"¹⁷⁴. Allen anderen "Schichten" - in geologischer (natürlicher) oder archäologischer (kultureller) Metaphorik - d. h. auch allen "logischen" Schichten (die symbolische Ordnung / Logos) bis hin zu Schicht 7 (nutzerseitige Anwendungen) vorgeschaltet ist hier (im Sinne eines mehrdimensionalen und medienepistemisch wie kybernetisch erweiterten Begriffs der "Schaltung" - die Bitübertragungsschicht (Physical Layer). Diese

173 https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_circuit, Abruf 30. Oktober 2023

174 Eintrag "OSI-Modell", <https://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>, Abruf 25. April 2024

"unterste Schicht" wird aus den wahlweise mechanischen oder elektrischen Medien (im physikalischen Sinn) gebildet, "um physische Verbindungen zu aktivieren bzw. zu deaktivieren, sie aufrechtzuerhalten und Bits darüber zu übertragen. [...] Darüber hinaus muss auf dieser Ebene gelöst werden, auf welche Art und Weise ein einzelnes Bit übertragen werden soll" - und damit ist die Kernfrage der *Technológos*-Hypothese nach den Existenzweisen des binären Logos im MateRealen adressiert: "In Rechnernetzen werden Informationen in Form von Bit- oder Symbolfolgen übertragen. In Kupferkabeln und bei Funkübertragung sind modulierte, hochfrequente, elektromagnetische Wellen die Informationsträger, in Lichtwellenleitern Lichtwellen einer oder mehrerer bestimmter Wellenlängen. Die Informationsträger können abhängig von der Modulation nicht nur zwei Zustände für null und eins annehmen, sondern gegebenenfalls weitaus mehr. Für jede Übertragungsart muss daher eine Codierung festgelegt werden" (ebd). Die Hardware dieser Schicht besteht aus Repeatern, Hubs, Leitungen, Stecker, u. a. (ebd.).]

Liegt die Wahrheit von KI / ML in ihren *Daimonstrationen* selbst?

Bislang plädierte das Signallabor der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin für Programmierkenntnisse in Assembler, um auf bei Software nie die Maschinennähe zu vergessen. Doch in Zeiten von Convolutional Neural Nets kommt es weniger auf die "digitale" Genauigkeit von *computing* hinter *n* Kommastellen in CPUs an, sondern auf Wahrscheinlichkeiten als Mustern in *big data*; so machen neue Quantitäten nun einen qualitativen Umbruch aus.

"Undinge" (Vilém Flusser¹⁷⁵) wie Software waren immer schon eine Herausforderung für jede Hardware-orientierte Sammlung technischer Artefakte, insofern sie nicht mehr nur unmittelbar materiell "handbarbar" ist und sich auch ihrer Erzählbarkeit in Form von "Objektbiographien" entzieht. Angesichts der Mediendämmerung namens Künstliche Intelligenz und "Deep" Machine Learning ist nicht länger klar, in welcher Form respektive Artefaktizität sie kritisch und analytisch zu demonstrieren wären - als Hard- und / oder Software, oder als mathematische Diagramme? Hier sind neue medienarchäographische Darstellungsformen zu entwickeln, um sie "explainable" zu halten (XAI). Lauffähige Software und konkrete oder emulierte antike Hardware sind zwar nach wie vor die Möglichkeitsbedingungen solcher komplexer Technologien, doch der monströse *Technológos* von KI / ML ist (im antiken Sinne) ein *daimon* und ruft in diesem Sinne nach neuen Weisen der *Daimonstration*.

175 Vilém Flusser, Das Unding I / II, in: ders., Dinge und Undinge. Phänomenologische Skizzen, München / Wien (Carl Hanser) 1993, 80-89

EIN MEDIENARCHÄOLOGISCHER IMPERATIV: "XAI"

"Black Box" der KI oder XAI?

Verbunden mit der Frage nach dem technologischen Wesen der Künstlichen Intelligenz ist auch das Problem (und der Begriff) der "Emergenz" in den Debatten um die "Explainable Artificial Intelligence" (XAI).

Eine der meistverbreiteten Metaphern zum Thema der KI-bewerkstellenden Algorithmen - und der damit verbundenen Frage nach der Erklärbarkeit KI-generierter Phänomene (XAI) - ist die *black box*. "Some people may think of a monolithic, robust, opaque, dark and square figure. What few people will see is humans."¹⁷⁶

[Zur Unanschaulichkeit des innertechnischen Seins eines platinenbestückten Computers siehe auch Rainer C. Becker, *Black Box Computer. Zur Wissensgeschichte einer universellen kybernetischen Maschine*, Bielefeld (transcript) 2012]

Der medienepistemische Ursprung der Black Box liegt allerdings höchst präzise und unmetaphorisch in den Phänomentechniken und den Gedankenexperimenten der Kybernetik, die zwei in sich verschieden realisierte Systeme hinsichtlich ihres Ein- und Ausgangsverhaltens von Signalen überhaupt erst vergleichbar macht - um dem Preis der medienarchäologischen, innertechnischen Analyse von Differenzen.

"The black box image conceals an opportunity to control the human decisions behind an algorithmic system and falsely suggests that algorithms are independent of human prejudices. [...] The term black box hides the fact that algorithms are complex socio-technical systems" - im Sinne der Science & Technology Studies - "that are based on a multitude of different human decisions".¹⁷⁷

176 Lucia Sommerer, *Algorithmic Veil: Why the image of the black box is harmful to the regulation of AI*, eingestellt am 1. Februar 2022 im Blog "ai. Better Images of AI. The community blog", <https://blog.betterimagesofai.org/from-black-box-to-algorithmic-veil-why-the-image-of-the-black-box-is-harmful-to-the-regulation-of-ai>, abgerufen am 15. Juni 2022. Der Eintrag basiert auf dem demnächst erscheinenden Buch von Lucia Sommerer, *Self-imposed Algorithmic Thoughtlessness and the Automation of Crime Control*, Nomos / Hart 2022

177 Sommerer verweist hier auf Frank Pasquale, *The Black Box Society - The Secret Algorithms That Control Money and Information*, Cambridge et al. (Harvard UP) 2015, sowie auf Judith Simon, *Knowing Together: a Social Epistemology for Socio-Technical Epistemic Systems*, Diss. Univ. Wien, 2010, 61 ff.

Entbirgt oder verbirgt eine solche Metaphorik das Wesen des Technologischen? Sommerers anthropozentrisches Argument bezüglich der menschengenerierten Algorithmen hinter der Metapher der "Black box" divergiert - in der Perspektive der STS - natürlich erheblich vom radikal medienarchäologischen Ansatz, welcher der hierin am Werk seienden technischen Intelligenz eine eigene *agency* - wenn nicht gar Weisheit - zuspricht. Dem dominant anthropozentrischen Argument wider"spricht" der *Technólogos*-Ansatz, insofern sich in der technischen Verdinglichung ein Wissen der physikalischen Welt selbst Bahn bricht und nach "digitaler" Artikulation strebt.

Sommerer verweist auf Petra Drewers Applikation der kognitiven Metapherntheorie auf den Bereich der Fachsprachenforschung (am Beispiel der Metapher des "Schwarzen Loches" in der Physik), wie sie auch die Medienwissenschaft angeht¹⁷⁸, und sucht ihrerseits die fehlgeleitete Metaphorik der Black Box durch erkenntnisfördernde Metaphern zu ersetzen, als Gegengift: "The challenge posed by the regulation of algorithms, therefore, is more appropriately described as an 'algorithmic veil' than a black box; an 'algorithmic veil' that is placed over human decisions and values. One advantage of the metaphor of the veil is that it almost inherently invites us to lift it. A black box, on the other hand, does not contain such a prompt" - abgesehen vom Signallabor der Berliner Medienwissenschaft. "Quite the opposite: a black box indicates that an attempt to gain any insight whatsoever is unlikely to succeed." Heißt jede Öffnung der Black Box schon deren Zerstörung im Sinne von Erwin Schrödingers Gedankenexperiment? "[I]nstead of talking about what algorithms 'do' (as if they were independent actors), we should talk about what the human programmers, statisticians, and data scientists behind the algorithm do."

"Data dignity", und der medienarchäologische Fokus auf XAI

Einer gewissen metaphysischen Verlockung, die Hervorbringungen von mit *big data* (etwa mit MNIST für Ziffernerkennung, oder dem ImageNet Datenset) trainierten künstlichen neuronalen Netzen als selbst für Informatiker "inexplainable" hinzunehmen, setzt die soziotechnische Schule die "Data Dignity" (Lanier) entgegen: die aus dem Archiv- und neuerdings auch aus dem Museumswesen vertraute Tugend, mit allen Daten auch deren Provenienz transparent zu halten, also die Herkunft und Genealogie der aus dem Internet (oftmals Wikipedia) und den großen

178 Petra Drewer, Die kognitive Metapher als Werkzeug des Denkens. Zur Rolle der Analogie bei der Gewinnung und Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse, Tübingen (Gunter Narr) 2003; dazu eine Rezension von Juliana Goschler unter <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/zrs.2009.037/html>, Abruf 15. Juni 2022

Webanbieter-Plattformen gesaugten Trainingsdatenmengen. "Die Offenlegung des unentbehrlichen Ausgangsmaterials, an dem der Bot sein Erhalten erlernt hat, böte eine Erklärung", wie etwa ChatGPT zu seinen Artikulationen kommt. Denn GPT ist buchstäblich ein menschenseitig *pre-trained* ("P") generativer Transformer. Damit ist der *bias* von Machine Learning indessen nicht schon "gesellschaftlich" bedingt, sondern zuallererst eine Funktion technischer Infrastrukturen der Kommunikationsnetze: also Speichern, Übertragen, Prozessieren. Dem "soften" Begriff von Whiteboxing setzt die techniknahe Medienarchäologie an einem konkreten Ort, nämlich im Signallabor der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin, die konkrete Datenverlaufsanalyse entgegen - also das, was in der Tradition der Elektrotechnik bei der Fehlersuche längst "Signalverfolgung" heißt. Das Signallabor der techniknahen Medienwissenschaft an der HUB semiotisiert KI / ML nicht, sondern geht der "Poetik" ihrer Signalverarbeitung¹⁷⁹ auf den Grund.

Diesseits der Faszinationsfigur von Maschinen, die etwa dem malerischen Werk van Goghs durch schieres Antrainieren und Mustererkennung ein posthumes Gemälde hinzufügen, zielt medienarchäologische Analyse dabei nicht auf die Anthropomorphizität, sondern die Entbergung der techno-logischen Alterität elektronischen Geräts. Gemeinhin stellen sich angesichts erstaunlicher Fehlleistungen (die indessen in rasantem Tempo vom rückgekoppelten Machine Learning wegoptimiert werden) noch Fragen wie: Weiss die KI überhaupt, was sie da malt respektive interpretiert?¹⁸⁰ Doch die sokratische Gegenfrage verlangt nicht nur nach einer Definition der bisherigen Kriterien von Wissen und Gewissheiten¹⁸¹, sondern nach einer Ausdifferenzierung zwischen menschlichen Kulturtechniken und un-menschlichen Operationen überhaupt, denn "die KI" weiss nicht einmal, *dass* sie "malt". Schon die Rede von "der KI" ist trügerisch, denn anthropozentrisch unterstellt sie noch die Notwendigkeit eines (Selbst-)Bewusstseins, und damit ein individuelles Subjekt. Tatsächlich aber ist ein künstliches neuronales Netz das Technotrauma des psychoanalytischen "Es".

Lektron-Baukasten Neurophysiologie

179 Tara Rodgers / Jonathan Sterne, Poetik der Signalverarbeitung, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft, Bd. 5, Heft 2 (2011), 122-137

180 Etwa im Beitrag "'Täuschend echt' - Eine Brüsseler KI-Ausstellung verunsichert Besucher", Deutschlandfunk Sendeformat *Information und Musik*, 7.Mai 2023

181 Siehe W. E., Datum und Information: Begriffsverwirrungen, in: Wolfenbütteler Notizen zur Buchgeschichte, Jg. 27, Heft 2 (2002), 159-181

So konkret und so einfach kann ein medienarchäologischer Beitrag zur analytischen Diskussion von Künstlicher Intelligenz und "Deep" Machine Learning sein: die elektronische Modellierung - und in ihrer technischen Differenz gerade nicht Simulation - neuronaler Potentialzellen für diverse Ionenarten in Form des (einst von Dieter Rams designten) Lectron-Lernbaukastensystems.¹⁸²

Die bewußt *archaisierende* Reduktion eines künstlichen neuronalen Netzes auf seine Basisoperationen und deren buchstäbliche "Erdung" in der elektronischen Schaltung dient nicht nur der groben Orientierung von Nicht-Fachleuten, sondern ebenso als Nachweis der technologischen Alterität.

Jede Simulation neuronaler Hirnvorgänge vollzieht sich in komputativen KNNs in zwiefacher Form: Elektronik einerseits, mathematische Modellbildung ("Wichtungen", Markov-Ketten) andererseits, also im technisch-mathematischen Doppelsinn "radikaler" Medienarchäologie. Medienwissenschaftliche Erkenntnisbildung ist nicht mehr nur *technisch*, sondern in Kombination mit mathematischer Intelligenz wahrhaft "techno-logisch".

Den archaischen künstlichen Neuronen stehen hochkomplexe Chip-Architekturen gegenüber, etwa Googles Tensor Processing Unit (TPU) für KI-Anwendungen. Gleich den klassischen GPUs in der Computergraphik, die nun für Parallelverarbeitung im Machine Learning umgenutzt werden und damit einen nicht-ikonischen Bildbegriff wachrufen (an einen strukturellen Bildbegriff erinnert G. E. Lessings *Laokoon* von 1766) konkretisiert sich der metamathematische Geist der abstrakten universelle Turingmaschine nicht schlicht in konkreten technologischen Verkörperungen, sondern KI wird hier - ganz im Sinne der *Technológos*-Hypothese - überhaupt erst von ihrem *accelerator* her gedacht, als *application-specific integrated circuit* (ASIC). Die entsprechende TensorFlow Software ist hier gleichursprünglich mit ihrer operativen Diagrammatik verleimt. Der Medienvollzug orientiert sich nicht schlicht an der Negentropie der symbolischen (mathematischen) Ordnung, sondern nistet in der entropischen physikalischen Welt, d. h. der thermodynamisch definierten Zeit: "Compared to a graphics processing unit, TPUs are designed for a high volume of low precision computation [...] with more input/output operations per joule."¹⁸³ Konkret wird diese Verschränkung von Logos und dynamisch informierbarer Materie in Form von Field-Programmable Gate Arrays.

182 Beigefügt ist das Anleitungsbuch Neurophysiologie, hg. von Lectron (2008), Frankfurt / M.

183 https://en.wikipedia.org/wiki/Tensor_Processing_Unit, Abruf 21. Juni 2023

Eine Blackbox?

Doch es insistiert das aus der Kybernetik vertraute Problem der *black box* - nicht nur im höchst ambivalenten Firmennamen Open AI, sondern auch buchstäblich. Eine Bloggerin fühlt sich "im Kontext von KI an die Eingangsszene mit dem schwarzen Monolithen in Stanley Kubricks Film '2001: Odyssee im Weltraum' zurückerinnert [...]"¹⁸⁴. Dagegen plädiert sie dafür, "KI nicht länger als mythische Technologie zu behandeln, sondern sehr genau hinzuschauen" (ebd.). Was aber heißt dies konkret? Müssen wir "an die Innereien der Technik gehen" wie in Kubricks Film, wo am Ende der intelligente Bordcomputer HAL 9000 nach schrittweisem Entnehmen seiner einzelnen Platinen nur noch Hänschen Klein singt? (Kastl ebd.). Hier insistiert Medienarchäologie radikal. Es ist nicht hinreichend, die Voraussetzungen von KI / ML allein im Rückgang auf ihre topologischen Formeln und algebraischen Modelle offenzulegen. Deren Möglichkeitsbedingung ist unabdingbar die technische Inkarnation solcher Logiken. Subsymbolisch ist nicht nur der aktuelle Ansatz von KI / ML gegenüber der klassischen Kybernetik, sondern ebenso der technische Schauplatz des Realen, in dem das Symbolische (frei nach Jacques Lacans Lesart¹⁸⁵ seinen Ort niemals wirklich findet, sondern immer schon verfehlt).

[Wie es längst vom Philosophen Jean-Francois Lyotard in seiner Diagnose *Das postmoderne Wissen* sowie in Form seiner Pariser Ausstellung *Les Immatériaux* 1985 für die Welt elektromagnetischer Wellen und der kodierten Datenverarbeitung diagnostiziert wurde, sieht auch der Dirk Baecker die Herausforderung künftiger Gesellschaft darin, die "immer unsichtbarer" werdenden "Prozesse der Verknüpfung heterogener Abläufe im Medium algorithmischer Konnektivität" sichtbar zu machen "und für Eingriffe verfügbar zu halten" - als Hinweis genau darauf, "was sich nicht mehr bezeichnen lässt", als eine Art negative Analyse.¹⁸⁶ Was hier noch eine makrosoziologische Diagnose ist, wird in künstlichen neuronalen Netzen mikro"sozio-logisch" konkret.]

XAI, *understanding* und Abduktion

[Unvergessen im Gedächtnis der Informatik ist eine Diskussion in den

184 Artikel "Digitalisierung: Was war nochmal das Problem?", in der Kolumne von Bianca Kastl, Eintrag vom 12. Februar 2023, auf der Webseite Netzpolitik.org, <https://netzpolitik.org/2023/digitalisierung-was-war-nochmal-das-problem/#netzpolitik-pw>, Abruf 13. Februar 2023

185 Jacques Lacan über Edgar Alan Poes Detektivgeschichte *Der entwendete Brief* von 1844, xxx

186 Dirk Baecker, 4.0 oder Die Lücke die der Rechner lässt, Leipzig (Merve) 2018, 259 f. Dazu auch Jan Distelmeyer, Kritik der Digitalität, Wiesbaden (Springer VS) 2021, 122 f.

1960er Jahren, angestoßen von Edsger W. Dijkstra, "der Go-To-Statements verbieten wollte, da sie zu undurchschaubaren Programmen führten"¹⁸⁷. Konrad Zuse äußert sich dazu 1985: "Dieser »go to«-Befehl kann vernünftig gehandhabt werden, er kann aber auch enormen Schaden anrichten, wenn man nicht mehr überblickt, was damit passiert", und bezüglich komplexer Software überhaupt (im Sinne von Fazi und Parisi *soft thought*): "Diese Programme sind stark verflochten, sie erlauben Tausende von Varianten von Durchläufen. Überblicken die damit beschäftigten Menschen wirklich, was mit ihrem Programm passieren kann?"¹⁸⁸ Zuse befürchtet indessen ausdrücklich "nicht, daß sich etwas wirklich selbständig macht" in dem Sinne, daß ein Computer "als Individuum handelt und eingreifen kann in unsere Wirtschaft [...]. Wenn ich einen Computer nicht im Griff habe", läuft er "dann nur unkontrollierte Wege" (ebd.) - die logische Deutung von Seiten der "symbolischen KI". Dem steht das Diktum "lernen, sich im Labyrinth zu verirren" (Walter Benjamin, Berliner Kindheit) entgegen, ein technologisches Eigenleben i. S. der "starken" *Technológos*-Hypothese.]

Genau dann, wenn ein Computer tatsächlich "in die Irre läuft" (SPIEGEL ebd.), artikuliert sich seine eigenständige, nicht mehr nur Mimikry an den Menschen leistende "künstliche" Intelligenz im Sinne genuiner Techno-Logik.

[Bleibt die Frage nach der (menschenseitigen) Durchschaubarkeit der hochkomplexen und vieldimensionalen Prozesse nicht-linearer und vielmehr datenstromorientierter, mit TensorFlow programmierter KI-Systeme in Form künstlicher neuronaler Netze.

Ist gelingende KI um den Preis ihrer Undurchschaubarkeit erkaufte? Black Box-Methoden, wie etwa das *multilayer perceptron* und die *support vector machine*, verfügen über hohe Genauigkeit in der Signalverarbeitung, sperren sich aber gegenüber dem kritischen Wunsch nach "deep insight into the studied phenomenon"¹⁸⁹. Demgegenüber wurde das Switching Neural Network-Paradigma entwickelt: "Switching Neural Networks made use of Boolean algebra to build sets of intelligible rules able to obtain very good performance." (ebd.) Darauf basiert auch die Logic Learning Machine¹⁹⁰ als "a machine learning method based on

187 E-Kommunikation Ralf Bülow, 18. Januar 2023

188 SPIEGEL Gespräch »Wir gehen einen gefährlichen Weg«. Rechner-Erfinder Konrad Zuse über Computer und die Angst der Menschen vor der Technik, in: DER SPIEGEL 25/1985,

<https://www.spiegel.de/wissenschaft/wir-gehen-einen-gefaehrlichen-weg-a-07c4cd61-0002-0001-0000-000013514833>, Abruf 18. Januar 2023

189 https://en.wikipedia.org/wiki/Logic_learning_machine, accessed April 11, 2023

190 Nicht zu verwechseln mit der "LLM" als Large Language Model in der aktuellen textbezogenen KI

the generation of intelligible rules" (ebd.).

Die Undurchschaubarkeit von KI / ML liegt nicht so sehr auf der Ebene der Algorithmen, sondern deren Art und Weisen, auf *big data* zu reagieren, wie sie beim Programmieren nicht vorhergesagt werden kann - das altvertraute "Unentscheidbarkeitsproblem" der Komputation in neuer Form.¹⁹¹

[Während die Schule des Data Modeling von der Annahme eines "stochastic data model for the inside of the black box" ausgeht, betrachtet die Schule des Algorithmic Modeling das Innenleben der Black Box als "complex and unknown. Their approach is to find a function $f(x)$ - an algorithm that operates on x to predict the responses y ."¹⁹²]

Für elektronisch realisierte Netzwerke ist generell eine genaue Analyse der jeweils singulären am Werk handelnden Information schwierig, zugunsten des Begriffs "emergenter" Muster. Diese erlauben kaum noch menschenseitige Introspektion und verleiten zur metaphysischen Verklärung. Aber auch neuronale Netze *selbst* "können ihr Wissen oder den Problemlösungsvorgang nicht analysieren"¹⁹³ - das klassische Beobachtungsproblem der Kybernetik zweiter Ordnung.¹⁹⁴ Eine Anfrage an ChatGPT bietet hier keinen Ausweg, sondern bestenfalls eine Metasprache.

Was aber heißt "Interpretierbarkeit" in der XAI? Die KI-Informatik unterscheidet zwischen "post-hoc interpretability, i. e. a trained model is given and our goal is to understand what the model predicts (e. g. categories) in terms what is readily interpretable (e. g. the input variables)", und "incorporating interpretability directly into the structure of the model"¹⁹⁵.

[Hier trennt sich kritische Medienarchäologie von Norbert Wieners

191 In diesem Sinne argument auch die Masterarbeit von Johannes Maibaum über die Schnelle Fourier-Transformation, auf dem edoc-Server der Humboldt-Universität zu Berlin unter der URL xxx

192 Leo Breiman, Statistical Modeling: The Two Cultures, in: Statistical Science 2001, Vol. 16, No. 3, 199-231 (199)

193

https://www.desy.de/~guenterg/prosem/Eigenschaften_kuenstlicher_neuronaler_Netze.html, Zugriff 9. Dezember 2020

194 Siehe Gerhard Roth, Schnittstelle Gehirn. Zwischen Geist und Welt, Bern (Benteli) 1976; ferner: Heinz von Foerster, xxx

195 Grégoire Montavon / Wojciech Samek / Klaus-Robert Müller, Methods for interpreting and understanding deep neural networks, in: Digital Signal Processing, Bd. 73, Februar 2018, 1-15 =

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1051200417302385>, Abruf 22. März 2023

kybernetischem Konzept der Black Box: "Algorithms used in AI can be differentiated into white-box and black-box machine learning (ML) algorithms. White-box models are ML models that provide results that are understandable for experts in the domain."¹⁹⁶ "Verstehen" meint hier primär ein "functional understanding of the model, in contrast to a lower-level mechanistic or algorithmic understanding of it. That is, we seek to characterize the model's black-box behavior, without however trying to elucidate its inner workings or shed light on its internal representations."¹⁹⁷

Sinnvollerweise wird im Ansatz der XAI zwischen Interpretation und Erklärung unterschieden - vertraut als die "zwei Kulturen" der akademischen Universität. Die dort zwischen Natur- und Geisteswissenschaften (etwa in der Kunstgeschichte¹⁹⁸) häufig diskutierte Differenz von "erklären" und "verstehen" wird mit der *explainable artificial intelligence* wieder virulent.

[Unter "Interpretation" wird hier das "mapping of an abstract concept (e. g. a predicted class) into a domain" verstanden "that the human can make sense of". Beispiele für "interpretierbare" Domänen sind Bilder, buchstäblich syllogistisch gelesen hier als *arrays* von Pixeln. Bilder werden - nach ihrer Digitalisierung als Möglichkeitsbedingung maschineller Verarbeitung - in KIs zunächst *verunbildlicht*, nämlich elementarisiert in Pixel als kleinste nicht-mehr-bedeutungstragende (ikonische) Einheiten (*token*). Aber auch "Pixel" sind im Computer immer schon Zahlen - als eins-zu-eins-Zuordnung (bijektiv) von Zahlen zu dem, was zu sehen ist. Künstliche neuronale Netze (er)kennen keine "Bilder", und so genannte "synthetische Bilder", wie sie an ihrer Ausgabeschicht auf Monitorflächen optisch übersetzt erscheinen, sind und bleiben Zahlenketten. Damit ein technisches neuronales Netz ein "Bild" überhaupt zu deuten vermag, bedarf es zunächst dessen Zerlegung in (möglichst wenige) Pixel. Jedem Pixel wird sodann ein künstliches Neuron zugeordnet ("Eingangsschicht"). Erst auf dieser Ebene vermag KI Aussagen über Wahrscheinlichkeiten zu treffen, indem den Verbindungen zwischen Neuronen dann Wichtungen geben werden, um am Ende wieder "Bilder" auf der Ausgangsschicht zu zeitigen. Aus Quantitäten wird so ein

196 Eintrag "Explainable artificial intelligence", https://en.wikipedia.org/wiki/Explainable_artificial_intelligence, Abruf 18. April 2021

197 Montavon et al. 2018

198 Dazu Oskar Bätschmann, Einführung, in: Michael Baxandall, Ursachen der Bilder: über das historische Erklären von Kunst, Berlin 1990, 7-17, u. a. in Bezug zu Heinrich Wölfflins formaler Analyse. Siehe auch W. E., Digitale Bildarchivierung: der Wölfflin-Kalkül (gemeinsam mit Stefan Heidenreich), in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 306-320

qualitativer Eindruck errechnet.

Hinzu kommen Texte, nüchtern gelesen (*kátalógos*) als Sequenzen von Wörtern. "A human can look at them and read them respectively"; *un*interpretierbar sind hingegen abstrakte Vektorräume, oder "domains composed of undocumented input features (e.g. sequences with unknown words or symbols)"¹⁹⁹. Demgegenüber ist eine *Erklärung* "the collection of features of the interpretable domain, that have contributed for a given example to produce a decision (e. g. classification or regression)" (ebd.), etwa "a heatmap highlighting which pixels of the input image most strongly support the classification decision. In natural language processing, explanations can take the form of highlighted text" (ebd.).]

"Explainability" ist ein großes Thema für die aktuellen neuronalen Netze in der KI - wobei es hier nicht um die Verstehbarkeit ihres *Technológos* geht (denn *computing* kennt keine Hermeneutik), sondern um schlichte Nachvollziehbarkeit der operativen Kette.

Wo aber weder die konkrete Python-Codephilologie noch die Datenraumvisualisierung weiter helfen, verbleibt zum Durchschauen von KI / ML allein die logische Interferenz, die "Abduktion" im Sinne von Charles S. Peirce, wo eine aus dem Verhalten des Systems resultierende Hypothese ihrerseits Vorhersagen generiert, zu der sich passende Fakten finden lassen"²⁰⁰ oder entsprechend nachjustiert werden. Damit korrespondiert die diagnostische Methode (etwa von Seiten Aleph Alphas), bewusste Störungen in neuronalen Netzen zu induzieren, um dies dann mit den Outputs abzugleichen.²⁰¹

[So macht etwa Aleph Alpha KI-Ergebnisse der generativen KI-Modelle der Luminous-Familie nachvollziehbar. "Aleph Alphas AtMan verwendet eine Perturbationsmethode, um den Einfluss eines Tokens auf die Generierung eines anderen Tokens zu analysieren. Dazu werden Störungen verwendet, um zu messen, wie sich die Synthese eines Tokens durch die Unterdrückung anderer Wörter verändert."²⁰² Gearbeitet wird hierbei mit Cross-Entropy-Werten - mithin Wahrscheinlichkeiten, wie sie aus der physikalischen Bemessung des Zeitpfeils vertraut sind. Bleibt das Problem der Intransparenz der zugrunde liegenden *big data*: "Woher ein Chatbot seine Informationen nimmt, weiß meist nur der Chatbot selbst" (ebd.) - doch nicht mit Bewußtsein, sondern als Zustandsmaschine.]

199 Montavon et al. 2018

200 <https://de.wikipedia.org/wiki/Abduktion>, Abruf 29. Dezember 2020

201 Li et al. 2021: 60

202 Maximilian Schreiner, Webseite "the decoder", <https://the-decoder.de/nachvollziehbare-ki-aleph-alpha-ueberwindet-wichtig-grenze>, Eintrag vom 13. April 2023

[Im Kern des Verfahrens der Abduktion steht der Versuch "whether it is possible to meaningfully extract the non-hand-coded rules being generated by opaque trained neural networks"²⁰³.]

Abduktion steht für "jene Art von Argument, die von einer überraschenden Erfahrung ausgeht" (Wikipedia ebd.). Im Unterschied zur rein logischen Deduktion oder der indexikalischen Induktion deutet Abduktion "lediglich daraufhin, dass etwas sein kann"²⁰⁴. Genau dieses Vorgehen aber ist in KI / ML in die Maschine gewandert.

["Insbesondere wenn es um die Modellierung von kognitiven Prozessen geht, haben die KI-Forscher seit längerer Zeit bemerkt, dass die Abduktion grundlegend ist für menschliches Denken und dass deshalb keine Simulation menschlicher Intelligenz vollständig ist, wenn sie nicht über die Fähigkeit der Abduktion verfügt. Deshalb sind vor allem sie daran interessiert, die Abduktion als Algorithmus zu schreiben."²⁰⁵]

[In der Genealogie von KI / ML hat sich das Paradigma von logikbasierten Regelsystemen (symbolische KI) in den 1970er Jahren geradezu "abduktiv" auf das Trainieren von neuronalen Netzen verschoben, und schließlich auf das statistische Machine Learning. "Das Paradigma der Logik wurde durch das Paradigma der Statistik ersetzt: Zusammen mit gewachsenen Rechen- und Speicherkapazitäten erkennen Lernalgorithmen zwar Korrelationen und Muster in gewaltigen Datenmassen (*big data*), welche eine Masse namens Nutzer naiv zur Verfügung stellt. Statistik garantiert aber keine kausalen Erklärungen. *Die Parameterexplosion in Neuronalen Netzen führt zu einer Black Box.*"²⁰⁶ Doch eine vorschnelle Opposition von formaler Logik und statistischer "Intuition" übersieht das für die Computertheorie maßgeblich "Entscheidungsproblem" der algorithmischen Maschine selbst - ein beide Seiten verbindender Riss.]

[Damit korrespondiert das KI / ML-Paradigma des *unüberwachten* Lernens: "Beyond simple memorization, neural Turing machines and memory networks are being used for tasks that would normally require reasoning and symbol manipulation. Neural Turing machines can be taught 'algorithms'. Among other things, they can learn to output a sorted list of symbols when their input consists of an unsorted sequence in which each symbol is accompanied by a real value that indicates its

203 <https://de.wikipedia.org/wiki/Abduktion>, Abruf 29. Dezember 2020

204 Zitiert nach Peirce, Collected Papers (CP 5.171), in: Wikipedia a. a. O.

205 <https://de.wikipedia.org/wiki/Abduktion>, Abruf 29. Dezember 2020

206 *Abstract* zum Vortrag von Klaus Mainzer, Grenzen der Künstlichen Intelligenz - theoretisch und praktisch, auf der unter Federführung von Stefan Höltgen organisierten Konferenz: Was war Künstliche Intelligenz? Konturen eines Forschungsfeldes 1975-2000 in Deutschland, HUB, 13.-15.Mai 2022

priority in the list. Memory networks can be trained to keep track of the state of the world in a setting similar to a text adventure game and *after reading a story, they can answer questions that require complex inference.*"^{207]}

Was damit als die eigentliche *medium message* im Sinne McLuhans verbunden ist, ist nichts weniger als ein epistemischer Umbruch im Sinne Foucaults, nämlich ein anderer Begriff von *computing*, in dessen Zentrum nicht mehr das imperative Programmieren steht (obgleich es bislang unabdingbar für die aktuelle Komposition von KI / ML bleibt).

["In traditional programming, an engineer writes explicit, step-by-step instructions for the computer to follow. With machine learning, programmers don't encode computers with instructions. They train them"²⁰⁸ - mit dramatischen Konsequenzen für die Philosophie des Signallabors als technischer Einrichtung der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin. Dessen buchstäbliche Ausräumung der meisten seiner Homecomputing Vintage-Computer, sowie der Fortfall von Assembler-Programmierkursen, hinterlässt als Raum und im Curriculum eine Leere, die von einer anderen "Intelligenz" gefüllt wird, ohne jemals wieder materiell und computerarchäologisch so "manifest" (also handbabbar und handgreiflich) zu sein. Und dennoch: die Berliner Medienwissenschaft insistiert techno-logisch auf der Unvordenklichkeit und Unabdinglichkeit von Hardware auch gegenüber KI / ML.]

Operative Diagrammatik als mathematisches Data Modeling tritt an die Stelle der singulären Instruktion der Maschine; die imperative Macht verlagert sich "vom Menschen" in die Maschine selbst (im doppelten Sinne, denn die Autorisierung dieser Verlagerung ist bislang noch höchst menschenseitig). Damit einher geht eine Verlagerung des bisherigen abendländischen Logozentrismus im Verhältnis zur Technik, nämlich die Vorstellung, dass primär der Geist die technische Vernunft regiert, und die Materie invasiv in-formiert. Der Primat des Geistes transformiert als *Technológos* in ein anderes Konzept des Logos selbst, nämlich als gleichursprüngliche Zusammenwirkung von Materie (respektive Energie) und Vernunft, die selbst dann noch Vernunft bleibt, wo sie auf den ersten Blick *alogisch* erscheint.

[Logisches (sequentielles) Schließen erwies sich für künstliche neuronale Netzwerke zunächst als allzu kompliziert (von daher die Kritik von Minsky und Pape an Rosenblatts Perceptron): Aufgrund der dafür benötigten Neuronen und Verbindungen ist "logisches sequentielles Schließen durch

207 Yann LeCun / Yoshua Bengio / Geoffrey Hinton, Deep learning, in: Nature 521, 436-444; 28 May 2015, published *online* 27 May 2015

208 Jason Tanz, The end of code, in: Wired (June 2016),

<http://www.wired.com/2016/05/the-end-of-code>, accessed January 1, 2023

Interferenzketten bei NN kaum realisierbar²⁰⁹; an deren Stelle tritt das schiere Lernen. Darauf antwortete inzwischen die dramatische Eskalation der buchstäblich "prozessualen" Rechenmächtigkeit für *big data*.]

Längst hat KI / ML die von Peirce vorgeschlagene Methode ihrerseits erkannt. Der Informatik ist die Abduktion als Umkehrfunktion ("Rückschluss von der Wirkung eines Systems auf die Ursache"²¹⁰) vertraut. Nvidias KI hat das Computerspiel Pacman "nur durch Zuschauen nachgebaut", indem zahlreicher KI-Routinen den Videospieleklassiker Pacman nachprogrammiert haben. "Die künstliche Intelligenz hat dabei kein Hintergrundwissen zum Code des Programms gehabt, sondern seine Informationen lediglich durch Beobachtung gewonnen."²¹¹

Doch nur noch in Grenzen, als buchstäbliche *boundary* zwischen Ordnung und Zufall, agiert eine solche KI noch transparent. Der latente Möglichkeitsraum, in den vielfältigen "Schichten" künstlicher neuronaler Netze angelegt, ist für Menschen unvorstellbar. Zwar bleibt, was für Menschen am Ende der Outputs generativer KI bisweilen überraschend - wenn nicht gar unsinnig - aussieht, medienarchäologisch Schritt für Schritt erklärbar, und auch stochastische Prozesse sind nur pseudo-zufällig im tatsächlichen *computing*.²¹² Das wird sich ändern, wenn an die Stelle der von Neumann-Architektur des *computing*, als welche die meisten künstlichen neuronalen Netze nach wie vor realisiert sind, die Renaissance des Analogcomputers in neuen technischen Formen tritt (wengleich auch diese wiederum fortwährend Emulationen von Seiten digitaler Rechenmedien sein mögen).²¹³

209

https://www.desy.de/~guenterg/prosem/Eigenschaften_kuenstlicher_neuronaler_Netze.html, Zugriff 9. Dezember 2020

210 <https://de.wikipedia.org/wiki/Inversion>, Zugriff 25. Mai 2020

211 Artikel "Nvidia-KI programmiert Pacman-Klon durch Zusehen", auf Webseite "golem.de IT-news für Profis",

<https://www.golem.de/news/computer-nvidia-ki-programmiert-pacman-klon-durch-zusehen-2005-148672.html>, Zugriff 25. Mai 2020

212 Siehe Stefan Höltgen, "Der Computer als ästhetisches Laboratorium". Das Re-enactment als praktische Medientheorie und gegenwärtige Mediengeschichte (2021),

https://www.researchgate.net/publication/350781737_Der_Computer_als_asthetisches_Laboratorium_Das_Re-enactment_als_praktische_Medientheorie_und_gegenwaertige_Mediengeschichte

213 Siehe Andreas Sudmann, Artificial Neural Networks, Postdigital Infrastructures, and the Politics of Temporality, in: Axel Volmar / Kyle Stine (eds.), Media Infrastructures and the Politics of Digital Time: Essays on Hardwired Temporalities, Amsterdam (Amsterdam University Press) 2021, 279-294 (290)

"Obvious"? Zur Durchschaubarkeit eines KI-generierten Portraits

In der Bild-, Text- oder Klangerkennung durch Convolutional Neural Networks (CNN) besteht das, was mit verführerischer Anschaulichkeit als deren "eingefaltete Schichten" bezeichnet wird, bei genauer Analyse aus zwei- oder dreidimensionaler Matrizen, die weder hermeneutische, geologische oder ausgrabungsmetaphorische "Tiefe" zeitigen, sondern "Zahlentabellen, die beispielsweise aus den Helligkeitswerten eines Bilds bestehen"²¹⁴.

Es wird eine Singularität (im Sinne von Ray Kurzweil) darstellen, wenn die komplexen Interaktionen innerhalb von GANs als Täuschungsspiel zwischen *generator* (der Rauschen-Input auf den *image space* "abbildet") und *discriminator* (der solche vorgetäuschten Bilder von tatsächlichen Dateneingaben zu unterscheiden versucht) ihrerseits nur noch von anderen Maschinen nachvollziehbar bleiben - ganz wie es das Spiel zwischen Generator und Discriminator bereits darstellt, und von DeepDream vorgegeben wurde.

Das von einem Generative Adversarial Network "gemalte", und aus einer Vielzahl digitalisierter Vorlagen maschinengelernte (und insofern nur eingeschränkt "fiktionale") Portrait des Edmond de Belamy provozierte nicht nur den Kunstmarkt, sondern auch das Urheberrecht.²¹⁵ Radikal medienarchäologisch ist dieses KI-(statt: Kunst-)Werk am unteren rechten Bildrand nicht etwa mit den Namen der Programmierer, sondern mit einem Ausschnitt der dem Bild zugrunde liegenden mathematischen Algebra. Dies ruft geradezu dazu auf, nicht nur das "Manifesto" der Maschinenkunst-Gruppe Obvious zu lesen, sondern in kritisch-medienanalytischer Absicht diese algorithmische Signatur auf ihre tatsächliche Plausibilität hin zu testen.²¹⁶ Damit deutet sich zugleich ein archäographischer Ausweg aus dem latenten Anthropozentrismus der KI-Ästhetik an, jenseits der klassischen Autorschaft.

Dem Grabstein von Ludwig Boltzmann auf dem Südfriedhof in Wien nicht

214 Shintaro Miyazaki, The Strange Kinship of Algorithmic Filtering with Audio Filtering. A Critical (Media)-Theory of Filters and Extraction, Textbeitrag (Typoskript) zum 4. medienwissenschaftlichen Symposium der DFG (Thema "Filter"), urspr. geplant für Mai 2020 in Mailand, Schlusskapitel "Ausblick"

215

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c1/Edmond_de_Belamy.png/1200px-Edmond_de_Belamy.png

216 Siehe Kapitel 2, Who is an artist in software era?, in: Lev Manovich / Emanuele Arielli, Artificial Aesthetics: A Critical Guide to AI in Art, Media and Design, demnächst (<http://manovich.net/index.php/projects/artificial-aesthetics-book>)

nur dessen Namen und die Lebensdaten, sondern vor allem die von ihm formulierte algebraische Entropie-Formel eingemeißelt ist - wobei sein Name unterdessen in den Technologien des Deep Learning selbst wieder einkehrt, in Form der sogenannten Boltzmann-Maschine als rekursives neuronales Netz. "Wie bei Hopfield-Netzen nehmen die Neuronen nur binäre Werte (0 oder 1) an, verhalten sich im Gegensatz jedoch stochastisch."²¹⁷

Um die in GANs involvierten mathematischen Modelle und technischen Datenverarbeitungsprozesse forschend zu verstehen, wollen sie indessen nicht allein schrittweise analysiert werden wie Codezeilen, sondern als Schema im Sinne Kants, oder als operatives Diagramm begriffen werden. "Following Peirce, we might begin to see machine learning as a diagrammatic practice."²¹⁸

Skripte, Literatur und Künstliche (Text-)Intelligenz

Wenn Medienarchäologie die "Künstliche Intelligenz" in ihrer Inkubationsphase erforscht, also in der heroischen Epoche der Kybernetik in den 1950er, 1960er und 1970er Jahren, dann tut sie dies nicht in der historistischen (oder labyrinthischen) Suche nach zeitlichen "Anfängen" (*archai*), sondern sie identifiziert - im strukturellen Sinn - die Grundlagen und Prinzipien der KI: die *arché* ihres *lógos*. Der aktuelle Diskurs um ChatGPT lädt in diesem Zusammenhang zu einem solchen Krebsgang ein, der am Ende wieder Claude Shannons Aufsatz über die Entropie der geschriebenen englischen Sprache oder auch Joseph Weizenbaums Ur-Chatbot ELIZA wachruft. Es ist die Sichtweise der klassischen Informationsästhetik, welche Medienarchäologie der diskursbestimmenden Faszination "generativer KI" entgegenstemmt. Ihr bevorzugtes Feld ist die Sphäre der diskreten Symbole als Buchstaben.

Im Dezember 2022 hielt der Literaturwissenschaftler Hannes Bajohr im Rahmen der Walter Höllerer-Vorlesung an der TU Berlin einen Vortrag über "Artifizielle und Post-Artifizielle Texte: Literatur und Künstliche Intelligenz". Betroffen ist von diesem Thema ein Kernelement der abendländischen Wissensgesellschaft, nämlich die Aufhebung der gesprochenen Rede im symbolischen und damit von Maschinen prozessierbaren Code. Bajohr verstand sein Thema ausdrücklich als "Update der Frage nach dem Status von Sprache im technischen Zeitalter" - eine Anspielung auf den Titel der gleichnamigen Zeitschrift.²¹⁹

217 <https://de.wikipedia.org/wiki/Boltzmann-Maschine>, Abruf 12. Dezember 2022

218 Adrian Mackenzie, *Machine Learners. Archaeology of a data practice*, Cambridge, MA (The MIT Press) 2017, 49

219 <https://www.tu.berlin/communication/freunde/events-1/hoellerer-vorlesung/hoellerer-vorlesung-dezember-2022>, Abruf 30. November

Tatsächlich aber liegt die ganze Differenz zur heroischen Epoche der klassischen Kybernetik (die 1960er und 1970er Jahre) in der Eskalation von der bloß (kultur-)technischen zur genuin technologischen Epoche.

"Die Geschichte digitaler Literatur reicht wahlweise bis zum Anfang der Computertechnik oder gar, als poetische Sprachkalküle, bis in die Antike zurück. Aber erst mit Künstlicher Intelligenz in Form maschinellen Lernens haben künstliche Texte eine Komplexität erreicht, die einer ganz neuen Qualität gleichkommt - artifizielle Texte scheinen immer weniger artifiziell" (ebd.). Bajohr teilt mit der hiesigen Argumentation die Kritik am latenten Anthropozentrismus von KI und ML: denn "[w]as heißt es [...], dass Texte 'künstlich' sind", verglichen mit traditioneller Poetik? Bajohr prognostiziert vielmehr "eine Zeit, in der die Unterscheidung zwischen künstlicher und natürlicher Sprache, ihrer menschlichen oder technischen Urheberschaft immer nebensächlicher" wird (ebd.).

"Die Standarderwartungen an Sprache im Zeitalter Künstlicher Intelligenz hätte sich in jedem Fall radikal verschoben", insofern für die Herkunft eines Textes nicht mehr zwischen Mensch und / oder Maschine entschieden werden muss (Abstract Bajohr) - oder vielmehr längst schon zugunsten des *Technológos* verschoben ist.

Die epistemologische Herausforderung liegt darin, dass nicht nur der Begriff der "Intelligenz" neu zu definieren ist (d. h. weniger anthropozentrisch), sondern ebenso der Begriff des "Künstlichen". Im Altgriechischen ist die "Maschine" (*mechané*) bemerkenswerterweise das gleiche Wort wie für "Überlistung" respektive "List"; der *Technológos*, obgleich ein Kulturprodukt, ist eben nicht schlicht menschlicher Natur, sondern ebenso "aktive Materie".

Mit der metaphysischen Qualität von "Deep" Machine Learning ist in der Tat eine "posthumane Hermeneutik" verbunden. Die KI-Plattform *Transkribus* ermöglicht Handschriftenerkennung und deren Übersetzung in ein für Menschen lesbares Dokument von Seiten der Maschine.²²⁰ "In einer Gegenbewegung zum Versuch, den ‚Geist aus den Geisteswissenschaften auszutreiben‘ (Kittler 1980), erscheinen die technischen Medien hier angetreten, um den Geist in den

2022. Das Skript von Hannes Bajohrs Vortrag vom 8. 12. 2022 ist unter <https://hannesbajohr.de/wp-content/uploads/2022/12/Hoellerer-Vorlesung-2022.pdf> einsehbar; der Text "Artifizielle und postartifizielle Texte. Über Literatur und Künstliche Intelligenz" erscheint in überarbeiteter Form in: *Sprache im technischen Zeitalter*, 61. Jg., Nr. 245, Heft 1/2023, 37-61

220 Dazu Guenter Muehlberger et al., Transforming scholarship in the archives through handwritten text recognition. *Transkribus as a case study*, in: *Journal of documentation*, Bd. 75, Heft 5 (2019), 954-76

Geisteswissenschaften wieder ‚aufzutreiben‘."221

Ist mithin auch das durch menschliche Hochschullehrer in Vorlesungen an der Humboldt-Universität zu Berlin verkündete Wissen und seine akademische Vernunft (*reasoning*) durch automatisierte Lehre ersetzbar²²², wie es Helmar Frank als "programmierte Instruktion" im Rahmen der Kybernetischen Pädagogik bereits um 1960 nahelegte? Was heute unter "Machine Learning" firmiert, ist wissenschaftsgeschichtlich in der Tat ein Erbe der Kybernetischen Pädagogik. Die klassische Kybernetik ist nach wie vor der Denkhorizont von KI / ML. Die Episteme der KI / ML war darin bereits entwickelt, allerdings waren die damalige Computertechnik und ebensowenig die verfügbaren Datenbanken nicht auf dem Stand, die Rechnungen zu realisieren: Was fehlte, waren die *big data* zur (digitalen) Verfügung von Internet-Plattformen, und Werkzeuge wie jetzt etwa Googles Colab-Angebot zur Online-Experimentierung von KI / ML (eine Programmierumgebung unter Python), inklusive ihrer Bereitstellung etwa von Tensor-Karten. Damit lässt sich heute die Hardware-Herausforderung der parallelen Datenverarbeitung auslagern, und ebenso auf die *big data*-Server der "Social Media"-Anbieter zugreifen.

Am Ende: *machine-XAI*

Vermag der techno-algorithmische Mechanismus von ChatGPT *selbst* die Erklärung seiner Aufgabenlösungen im Sinne von XAI zu artikulieren? Das Wesen von "Deep" Machine Learning erfasst - radikal medienarchäologisch formuliert - kaum noch der Mensch, sondern viel präziser die KI selbst. Dafür steht schon jetzt der Einsatz von ihrerseits automatisierten, "intelligenten" KI-Detektoren gegen "fake news" und andere Mensch-Maschine-Mißverständnisse. In einer nicht mehr nur kulturtechnischen Radikalisierung des *extended mind*-Modells in der Kognitionsforschung wird eine spezifische Form von technologischer Intelligenz erst in der operativen Kopplung des "Geistes" mit technischer Materie selbst *enacted*. Die Annahme eines solchen *Technológos* setzt an die Stelle der ausgemusterten Geist / Materie-Dichotomie den "ghost in the machine". Als Medientheorie war dieses Gespenst zumeist

221 Alessandro D'Arcangeli, Digital Humanities, Handwritten Text Recognition und das Auftreiben des Geistes in den Geisteswissenschaften, schriftliche Hausarbeit (MAP) zum Seminar Seminar: Algorithmisierte Geisteswissenschaft: "Digital Humanities" und Machine Learning, HUB, SS 2022, 21, unter Bezug auf Friedrich A. Kittler (Hg.), Austreibung des Geistes aus den Geisteswissenschaften. Programme des Poststrukturalismus, München / Wien / Zürich (Schöningh) 1980

222 Dazu auch W. E., Geistervorlesung. Techniknahe Analyse in Zeiten der Pandemie, hrsg. v. Thomas Fecker & David Friedrich, Glückstadt (vwh Verlag) 2021 (Reihe *Medientheorien*)

symbolisch artikuliert, als spezifische Konfiguration alphabetischer Charaktere, und blieb als Druckversion an das physikalische Papier gebunden - bis dass die Worte als Signale und als Datenworte in maschinelle Schaltkreise selbst hinein befreit wurden.

Die schon im Turing-Test festgestellte Tatsache, dass ein Mensch angesichts von ChatGPT nicht mehr klar unterscheiden kann, ob ein Text von einem Menschen oder einer Maschine produziert wurde, sagt "rein gar nichts über die (Denk-)Kompetenz der Maschine aus, sondern nur über die begrenzte Kritikfähigkeit des Menschen, zwischen beidem zu unterscheiden. ChatGPT" - gelegentlich als Text-Roboter benannt, was seinem Wesen als datengetriebenem algorithmischen Mechanismus näher kommt als Metaphern wie Künstliche Intelligenz - "denkt nicht, es versteht nicht, es simuliert nur Sprache [...]" (Simon 2023) - was indessen einer radikalen Lesart des menschlichen Spracherwerbs, und der Lacanschen Definition seines Unbewussten selbst entspricht. Nur noch Maschinen-KI selbst vermag diese Unterscheidung zu treffen. Für durch ChatGPT erzeugten Text existieren inzwischen KI-Text-Detektoren, um menschlichen von maschinellen Text zu unterscheiden.²²³

"The end of the symbolic process is that non-being come to be, because it has spoken."²²⁴ Die Antwort auf die Frage, ob dieser *Technológos* von KI / ML eine heuristische Hypothese bleibt, oder sich als aktuelle Wesenheit herausstellt, kann womöglich ihrerseits nur *unmenschlich* gegeben werden²²⁵ - auf den Spuren einer anderen Intelligenz, die Karl Marx in seinem so genannten "Maschinenfragment" unter dem Stichwort *general intellect* als vollkommene Verwissenschaftlichung der Lebensumwelten einst ahnte.²²⁶

ZUR JANUSKÖPFIGEN ARCHÉ VON KI / ML (Begründung und Grundlagen)

223 Dazu der Artikel "Degitalisierung: Was war nochmal das Problem?", in der Kolumne von Bianca Kastl - Eintrag vom 12. Februar 2023, auf der Webseite Netzpolitik.org, <https://netzpolitik.org/2023/degitalisierung-was-war-nochmal-das-problem/#netzpolitik-pw>, Abruf 13. Februar 2023

224 Jacques Lacan, *Psychoanalysis and Cybernetics, or on the Nature of Language* [1955], in: J. A. Miller (Hg.), *The Seminar of Jacques Lacan. Book II: The Ego in Freud's Theory and in the Technique of Psychoanalysis, 1954-1955*, New York (Norton) 1991, 294-308 (307)

225 W. E., *Technológos in Being. Radical Media Archaeology & the Computational Machine*, New York et al. (Bloomsbury Academic) 2021, 182, unter Bezug auf Jacques Lacan, *Psychoanalysis and Cybernetics, or on the Nature of Language* [*1955], in: J. A. Miller (Hg.), *The Seminar of Jacques Lacan. Book II: The Ego in Freud's Theory and in the Technique of Psychoanalysis, 1954-1955*, 294-308 (307), New York (Norton) 1991

226 Karl Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*, Berlin 1983, 602

Techniknahe Antworten auf gewisse Verführungen von Künstlicher Intelligenz und "Deep" Machine Learning zur metaphysischen Begrifflichkeit betreffen ebenso die Schrift als Programmierung der künstlichen neuronalen Netze (Quellcode), ihre numerischen Operationen (die sukzessiven Gewichtungen der künstlichen "Neuronen"), sowie die tatsächliche Modellierung des biologischen Gehirns, deren Realisation zumeist (noch) in einer gänzlich anders als das Gehirn (in)formierten Elektrotechnik geschieht.

Und damit *medias in res*, buchstäblich mitten ins Herz der alle (im Doppelsinn) "effektive" KI begründenden Technologie. In der Gegenüberstellung eines Produkts von Symbolerkennung durch maschinelles Lernen als Mustererkennung, und einer Computerplatine als Konkretion des Künstlichen Neuronalen Netzes im "Realen" wird die materiell-logische Janusköpfigkeit von KI deutlich. Da ist zum Einen das diagrammatische Modell, etwa der Schaltplan der elektrischen Realisierung eines künstlichen neuronalen Netzes in Frank Rosenblatts Perceptron 1957.²²⁷ Und dann, noch undurchschaubarer, seine Hardware-Realisation: eine auf den ersten Blick schier unentwirrbare, aber in der Mikroanalyse höchst logische Verdrahtung.

"Neuronen", und die Metaphorizität der KI / ML-Terminologie

Mackenzie fragt: "Does learning anthropomorphize statistical modeling or computer programming?"²²⁸ Streng medienarchäologisch (*en arché*) gründet alles maschinelle Lernen zuallererst in elektronischen Schaltungen, deren Nahaufnahme gegenüber biologischen Neuronen eine ganz eigene Materialität und Energetik darstellt, auch wenn sie ihnen in bestimmten logischen Hinsichten (also in einem eingeschränkten Bereich) funktional entsprechen. Wie beim Retrocomputing macht es hier einen entscheidenden Unterschied, ob lediglich die Funktionen oder auch die Hardware selbst emuliert wird. Erst dann folgt die komputative Mathematisierung dieser verdrahteten Lage, als Unterstellung einer Vernetzung künstlicher "Neuronen".

Der an gewissen Anthropomorphismen diskursiv mitverantwortliche John von Neumann ist zugleich der Mahner, wenn es um die technologische Argumentation geht: "Wenn wir also von einem Neuron sprechen, dann meinen wir nicht das Organ eines Lebewesens, sondern einen der Grundbausteine unseres Netzwerkes, den dem Neuron eines Lebewesens nur sehr oberflächlich ähnelt und der ebensogut als elektrisches Relais

227 In: Frank Rosenblatt, The Perceptron. A Perceiving and Recognizing Automaton, Cornell Aeronautical Laboratory Report No. 85-450-1, January 1957, Buffalo, N. Y., 10, Fig. 5

228 Mackenzie 2017: 46

bezeichnet werden könnte²²⁹ - respektive als Elektronenröhre, Transistor, oder IC.

[McCulloch und Pitts hatten 1943 Logik noch auf neuronale Schaltungen reduziert; in KNNs fungieren Neuronen als *threshold devices*. Doch schon von Neumann erinnert an Hirnfunktionen als analog-digitales Hybrid. Bereits die klassische kybernetische Metapher der Nerventelegraphie (Kapp, Helmholtz, später Wiener) ist ein Spiegel emergierender Telephon-Netzwerke (*switching network*): Hier werden nicht "Daten" neuronal weitergeleitet, sondern Aktionspotentiale / Stromspannungen, als chemisch-elektrisches Hybrid.]

Auf der Metaphorizität des "Neurons" im technischen Zusammenhang insistieren *en arché* (nämlich bereits 1956) diverse Autoren im Band *Automata Studies*. Aus ingenieurswissenschaftlicher Sicht ist ein Neuron nichts Anderes als ein "Summierverstärker mit individuell gewichteten Eingängen und nachgeschalteter Schwellwertberechnung"²³⁰, respektive eine Modellierung des biologischen Neurons durch elektrotechnische Filter als Kombinationen von Widerständen, Spulen und Kondensatoren. Während diskursiv weiterhin die organische Metaphorik dominiert, lautet die wahre Medienbotschaft hier die Überführung des "Lebendigen" in technomathematische Schaltungen (algebraisch-symbolisch und elektronisch real). Nur wenige der damit verbundenen Termini werden im jenem Sinne gebraucht, wie es ihren ursprünglichen Disziplinen (etwa die Neurobiologie) geziemt. "Wenn wir also von einem Neuron sprechen, dann meinen wir nicht das Organ eines Lebewesens, sondern einen der Grundbausteine unseres Netzwerkes" zur Modellierung logischer Systeme, "der dem Neuron eines Lebewesens nur sehr oberflächlich ähnelt und der ebensogut als elektrisches Relais bezeichnet werden könnte."²³¹ Ein Multilayer Perceptron hat in seiner tatsächlichen technischen Konkretion kaum etwas mit menschlichen Hirnen gemeinsam. Seine kybernetische Ausgangslage war vielmehr McCulloch / Pitts schaltungslogische Deutung binärer neuronaler Signalverarbeitung als *logical calculus*.

229 Von Neumann 1956 / 1974: 59

230

https://www.desy.de/~guenterg/prosem/Eigenschaften_kuenstlicher_neuronaler_Netze.html, Zugriff 9. Dezember 2020

231 John von Neumann, Wahrscheinlichkeitslogik und der Aufbau zuverlässiger Organismen aus unzuverlässigen Bestandteilen, in: C. E. Shannon / J. McCarthy (Hg.), *Studien zur Theorie der Automaten (Automata Studies)*, erw. Ausgabe u. Übersetzung durch Frank Kaltenbeck + Peter Weibel, München (Rogner & Bernhard) 1974 [AO 1956], 57-122, darin Kapitel 2 "Schematischer Überblick über die Automaten", 58-62 (59)

Insofern (mit Culloch und Pitts) das Gehirn als logisch-mathematisches neuronales Netz modelliert wird, ist es mit der Turingmaschine äquivalent (also turingmächtig). Neuromorphe Computerstrukturen legen nahe, dass kognitive Leistungen (wie etwa die Bilderkennung) mit neuronalen Verschaltungsmustern korreliert sind. Fragen der Verhaltens- und Kognitionspsychologie sind der sub-symbolische KI buchstäblich eingeschrieben.²³² Dementsprechend erklären sich die anthropomorphen Metaphern, welche die Informatik häufig für ihre Verfahren verwendet. Der medienepistemisch kritische Moment ist der, wo diese von Seiten fachunkundiger Leser wörtlich genommen werden.

War Rosenblatts Perceptron noch eine experimentelle Zuspitzung der kybernetischen Anthropologie ("first and foremost a brain model, not an invention for pattern recognition"²³³), ist mit techno-logischer Konsequenz letztere Absicht vielmehr besser zu lösen, wenn sie sich vom Hirn-Vorbild abgelöst, und eigenständig elektrotechnisch (oder anders) realisiert wird.

Zeichenerkennung

Bei der *pattern recognition* kommt zudem die Rolle der Trainingsdatenbanken für ML ins Spiel, etwa das MNIST-Datenset aus konkreten Bild-Samples für das Training und weiteren für den Testbetrieb eines KNN. Konkrete Pixelwerte einer vorliegenden idiosynkratisch geformten Ziffer werden hier mit Hidden Layers kreuzverknüpft, um damit am Ende das entsprechend normierte ASCII-Zeichen zu generieren. Dessen Ursprung sind Scans von handschriftlichen Ziffern des National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA.²³⁴

Ein Zeichenerkennungsalgorithmus (mithin *pattern recognition*) ist zunächst nichts Anderes als ein künstliches neuronales Filter: eine Einsicht, welche "den anthropomorphen Schleier der ganzen Sache durchdringt. Es stimmt schon, dass hier letztlich mit mathematischen Funktionen ein rauschiger Input 'geglättet' wird, und dass auch das 'Lernen' ein Optimierungsvorgang ist, mit dem der Filter richtig eingestellt wird. Lernmaschinen filtern also Informationen."²³⁵

Im Kern handelt es sich dabei um die Ausgabe eines hochdimensionalen Vektors aus einem Trainingset als Matrix. Eine darin "repräsentierte" handschriftliche Ziffer konkretisiert sich in der Anordnung der Grauwerte

232 Ein Gedanke von Stefan Höltgen, Januar 2023

233 Rosenblatt 1961: VIII

234 Simon Pleikies, Produktives Scheitern. Fehler, Störungen und Irrungen im Deep Learning, Masterarbeit im Fachgebiet Medienwissenschaft der HUB (eingereicht 2022), 18

235 Elektronische Nachricht von Sebastian Kawanami-Breu, 26. November 2020, an Shintaro Miyazaki

mit dem entsprechenden Zeilenumbruch und -abstand.²³⁶ Repräsentation ist hier nicht im emphatischen kognitiven Sinne als logozentrische Abstraktion gemeint, sondern schlicht als Abbildung in Form gewichteter Vektoren - womit die alphabetische ABCtraktion gesprochener Sprache und ihre sekundäre Alphabetisierung als Optical Character Recognition ihrerseits infrage gestellt wird.

[Siehe W. E., DISTANTE BLICKE, BILD(ER)LÖSUNGEN: SEHEN WIE EIN SCANNER, Unterkapitel "Text als Bild (an der Grenze zum Digitalen): Scannen und OCR", <https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/Schriften-zur-medienarchaeologie/Konvolute/PDF/ikonik-reif.pdf>]

Am Ende dieser operativen Verkettung (Prozessierung) steht dann die Übertragung dieses Vektors in eine graphische Pixel-Darstellung, die ein Mensch als Symbol zu entziffern vermag - unendlich tief wurzelnd (radikal medienarchäologisch) in den Untiefen der symbolischen Maschine (um hier der hermeneutischen Metaphorik für einmal zu verfallen).

Pattern recognition as intelligence

Im Anglo-Amerikanischen hat *intelligence* indessen eine weniger idealistische oder ästhetische Bedeutung und meint pragmatisch vielmehr die operativen, d. h. prinzipiell auch an Maschinen delegierbaren Symbolverarbeitung. In der militärischen "Aufklärung" (*intelligence*) dient *pattern recognition* einer waffenseitigen Objekterkennung, die sich für Menschen nur noch als Kollateralschäden interessiert.

KI generiert nicht nur eine spezifische Maschinenästhetik, sondern deckt - medienarchäologisch *aktiv* - aus techno-mathematischer Perspektive auch die Mechanismen der menschlichen Wahrnehmung auf. Medienarchäologie erinnert in diesem Zusammenhang daran, dass digitale *pattern recognition* nicht mit dem Anspruch der Nachahmung, sondern zum Zweck der wissenschaftlichen Analyse menschlicher Gestalterkennung entwickelt wurde (Rosenblatts Perceptron²³⁷ sowie Steinbuchs Lernmatrix) - als ausdrückliches Modell, nicht Parallelisierung des menschlichen Hirns. Alle KI ist vor allem *künstlich (techné)* gegenüber der menschlichen Intelligenz.

Massive Parallelität

236 Pleikies 2022: 19, Abb. 4.1

237 Frank Rosenblatt, Principles of Neurodynamics. Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms, Washington, D. C. (Spartan Books) 1962

Künstliche neuronale Netze operieren mit *pattern recognition* und damit auf GPU-Basis der computergraphisch vertrauten parallelen Datenverarbeitung.

Für die effektive Berechnungen künstlicher neuronaler Netze ist massive Parallelität vonnöten. "The Appeal of Parallel Distributed Processing" unterscheidet sich signifikant vom *serial processing*, welches die klassische von-Neumann-Computerarchitektur dominiert.²³⁸ Epistemisch pikant standen dafür zunächst die GPUs der Bildverarbeitung zur Verfügung, ganz im Sinne von G. E. Lessings *Laokoon*-Theorem (1766).

Klassische von Neumann-Computerarchitektur leistet die Prozessierung der Gestalten nach wie vor in einzelnen zeitdiskreten bitweisen Verarbeitungsschritten ("one bit at a time"). Kommt es in der gegenwärtigen Praxis zu Friktionen zwischen Modell und Implementierung, wenn die nichtlineare Komplexität der ML-Modells von künstlichen neuronalen Netzen auf die Linearität der klassischen Computer abgebildet wird?

Ganz unmetaphorisch formuliert meint Mustererkennung (wie auch im Large Language Model) die automatische (autoregressive) Klassifikation von Sensorsignalen; der Ansatz besteht hier primär darin, Wahrscheinlichkeiten zu berechnen, dass eine bestimmte Klasse vorliegt, respektive probabilistisch Wortfolgen (n-Gramme) mit Hilfe von Hidden Markov Models vorauszusagen, wie es die mathematische Nachrichtentheorie Claude Shannons für das automatisierte Natural Language Processing (NLP) längst vorgab (aber noch nicht über die entsprechenden Rechnerkapazitäten verfügte)²³⁹:

$P(w_1, w_2, \dots, w_n)$

Dieses Verfahren von *feed forward* und entsprechendem *encoding* ist tatsächlich vollständig *explainable* mit der Episteme der Kybernetik. Nicht die in Anschlag gebrachte mathematische Intelligenz, sondern die damit verarbeiteten Trainingsdaten bilden die eigentliche Black Box.²⁴⁰

238 J. L. McClelland / D. E. Rumelhart / G. E. Hinton, in: McClelland / Rumelhart (Hg.), *Parallel Distributed Processing*, Cambridge, MA (MIT Press) 1986, Bd. 2, 3-44 (42)

239 Claude Shannon, *Prediction and Entropy of Printed English*, in: *Bell System Technical Journal*, vol. 30 (1951), 50-64. Siehe auch Mikolov et al., 2013, *Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality*. In: *Advances in Neural Information Processing Systems* 26; ferner: *Big Data trifft auf künstliche Intelligenz*, https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/dl_bdai_studie.pdf?__blob=publicationFile&v=3, Abruf 16.Mai 2023

[Christian Freiherr von Ehrenfels²⁴¹ ging - im Gegensatz zur atomistischen Wahrnehmungslehre (*aisthesis*) - "von räumlich und zeitlich gegliederten Gebilden aus: den Gestalten". Deren Invarianten erläutert Ehrenfels am Beispiel einer Melodie, "die bei der Umsetzung in eine andere Höhenlage oder Tonart sämtliche Töne (= Elemente) verändern kann und doch identisch bleibt"²⁴² (ein gängiger Gegenstand elektroakustischer Experimente in den entsprechenden Tonstudios der 1950er bis 1970er Jahre). Gilt diese Gestalttheorie auch dann noch, wenn nicht die Tonalität, sondern deren Zeitlichkeit geändert wird, wie in Leif Inges Dehnung von Beethovens 9. Sinfonie zur 24stündigen Online-Komposition *9 Beet Strech*, oder wie in den extrem gedehnten Taktfolgen der Drone Music?]

Lässt sich KI / ML noch auf grundlegende technologische Prinzipien (*archai*) reduzieren?

Mit einem primitiven Mechanismus lässt sich das Machine Learning mediendidaktisch noch auf seine basalen Prinzipien reduzieren²⁴³:

Abb.: Schaffland-mechanical-neural-network.jpg

[Video Axel Schaffland, "The Mechanical Neural Network (MNN)", <https://www.schaffland.eu/en/mnn.html>]

Inwieweit aber ist eine solche medienarchäologische Archaisierung (*arché*) noch zielführend angesichts der Komplexität von *big data*-Backpropagation-Operationen in den verschiedenen *layers* (die als "Schichtungen" ihrerseits schon einer geologischen, oder auch archäologischen Metaphorik unterliegen)?

Der andere Ansatz ist die Analyse der medienarchäologisch "zugrundeliegenden" respektive steuernden Codes. Dich ist der *Technológos* von Machine Learning überhaupt von seinem *source code* ableitbar, oder erst von seiner tatsächlichen *performance* in / als

240 Ein Argument von Thomas Krause, ML als Black Box in der Linguistik, Vortrag 12. Mai 2023 im Rahmen der Ringvorlesung "Künstliche Intelligenz", HUB

241 Chr. Ehrenfels, Über Gestaltqualitäten, in: VjschwissPH 14, 1890

242 Eintrag "EHRENFELS-Kriterien", in: Ludwig Englert / Helmar Frank / Hans Schiefele / Herbert Stachowiak (Hg.), Lexikon der Kybernetischen Pädagogik und der Programmierten Instruktion, Quickborn (Schnelle) 1966, 39

243 Siehe Axel Schaffland (Institute of Cognitive Science, Universität von Osnabrück), The Mechanical Neural Network (MNN). A physical implementation of a multilayer perceptron for education and hands-on experimentation, <https://arxiv.org/abs/2207.07482>

künstliche(n) neuronale(n) Netze(n) - was die Suche nach einer Logik selbst disavouiert?

Inwieweit ist es für Einsichten (also eine *Medientheoría*) von Deep Learning noch zielführend, wenn der Code einer konkreten Philologie von Programmteilen (geschrieben in Python etwa) unterzogen wird?

In der Inkubationsphase von KI / ML - also jenem Zeitraum, wo die Prozesse noch medienarchäologisch durchschaubar sind - beschrieb John Walker 1987 "a complete neural network associative memory pattern recogniser implemented in fewer than 250 lines of BASIC"²⁴⁴, unter Rückbezug auf einen Artikel von Bart Kosko, der seinerseits an Teuvo Kohonens Klassiker *Self-Organization and Associative Memory* (New York: Springer 1984) anknüpft. "Now we have hardware devices, called neurocomputers, that behave like brains *but look like computers* or coprocessors. [...] Neural networks are programmable dynamic systems."²⁴⁵

Walkers Programm BrainSim als "neuron network associative memory", einst programmiert auf einem Commodore 64 Heimcomputer, erlaubt die Identifizierung von Buchstaben und Ziffern "done in less than 250 lines of BASIC". Das Programm ist gegenwärtig auf einem Emulator of des C64 nachvollziehbar - im Unterschied zu "BrainEm", also zur Emulation des neurobiologischen Gehirns durch elektronische Hardware.²⁴⁶

Computerphilologisch lassen sich spezifische Softwarefunktionen von Walkers Programm BrainSim aus seinem Quellcode ablesen, etwa die Code-Zeile für Laufvariablen in FOR-Schleifen. Integerzahlen stehen für das, was neurobiologisch die "Synapsen" sind, und eine Datenliste für Integerzahlen fungiert als "Neuronenschicht". Ketten von Einsen und Minus-Einsen repräsentieren binär feuernde Neuronen - als ein kurzer Algorithmus für "Lernfunktionen". Schrittweise läßt sich so die diffuse Begrifflichkeit des KI / ML-Diskurses in seine konkreten Technorealitäten zurücklesen.

Doch in einer Gegenwart exponentiell gesteigerter Prozessorleistung und vor allem inflationär gewachsener Trainingsdatenbanken ist die Vielzahl an *weights*, welche in künstlichen neuronalen Netze das Gegenstück zum

244 John Walker, Neural Network on a Commodore 64 (4. September 1987), www.fourmilab.ch/documents/commodore/BrainSim

245 Bart Kosko, Constructing an Associative Memory, in: Byte (September 1987), 137-144 (137); Kursivierung W. E.

246 Dazu der Kurzvortrag von Stefan Höltgen, 70 min (25. November 2020 im Rahmen des Forschungskolloquiums *Medien, die wir meinen* am Fachgebiet Medienwissenschaft der HUB, Themenabend "Neuronale Netze und Lernalgorithmen"

Kantschen und Husserlschen Begriffs der "Intuition" bilden, überhaupt nicht mehr im Detail zu fassen, sondern nur als synchrones Ensemble und stochastische Chance in seiner Parallelität - und damit eher als "Bild" (im Sinne von Lessings *Laokoon* 1766) - wie es von Seiten der XAI tatsächlich als Visualisierung in Form von *saliency (heat) maps* unternommen wird, welche die Regionen in künstlichen Netzwerken hervorheben, in denen sich das Geschehen jeweils konzentriert.²⁴⁷

TensorBoard 3 ist solch ein Software-Werkzeug zur Visualisierung und zum Debugging von Machine Learning-Modellen, fest integriert in der Programmierumgebung TensorFlow. "The innate aim of explanation algorithms is to facilitate the understanding for humans"²⁴⁸. Eine solche Visualisierung stellt damit den Kehrwert der visuellen Wahrnehmung in Lebewesen und / oder Maschine (Rosenblatts Perceptron)²⁴⁹ dar - als Koexistenz von *actual entities* (Whitehead) im prozessualen Feld. Für deren Phänomenalisierung ist womöglich die prozessbetonte, spektrale Sonifizierung angemessener - also die funktionale Verklanglichung nicht zu musikalischen, sondern analytischen Zwecken.²⁵⁰

Ganz konkret: Im elektronischen Modell (nach Hodgkin Huxley) lassen sich die von einem künstlichen Neuron generierten Aktionspotenziale unter Anlegung eines Oszilloskops sichtbar machen. Schließt man indessen an die Schaltung kapazitiv eine Transistor-Verstärkerstufe mit Lautsprecher an, lassen sich die Aktionspotenziale zusätzlich hören und bestätigen, dass bei höherer Stromspeisung die Frequenz größer wird.²⁵¹ Über das Ohr erschließt sich die temporale Dimension.]

Über diese anthropozentrische, medienphänomenologische Perspektive hinaus aber ist XAI inzwischen nicht mehr allein auf menschliche Nachvollziehbarkeit bezogen, sondern ereignet sich zwischen Maschinen selbst.

Neuronale Netze "ausbremsen"

247 Siehe Morch, N., Kjems, U., Hansen, L.K., Svarer, C., Law, I., Lautrup, B., Strother, S., Rehm, K., Visualization of neural networks using saliency maps, in: International Conference on Neural Networks (ICNN), Bd. 4 (1995), 2085-2090

248 Maximilian Alber, Software and Application Patterns for Explanation Methods, Kapitel 22 in: Samek et al. (Hg.) 2019: 399-433 (413)

249 Siehe Anh Nguyen, Jason Yosinski, und Jeff Clune, Understanding Neural Networks via Feature Visualization: A Survey, in: Samek et al. (Hg.) 2019, 55-76 (bes. 56: Fig. 4.1.)

250 Georg Spehr (Hg.), Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen, Bielefeld (transkript) 2009

251 Versuch 36 "Aktionspotentiale hörbar machen", in: Lectron 2008: 99

Eine taktische Antwort auf die Komplexität künstlicher neuronaler Netze ist die bewußte Verlangsamung, als *slow motion*, ihrer Prozesse. Der Medienwissenschaftler und -künstler David Gauthier setzte mit seinem GNU *debugger* medienarchäologisch um, wozu Donald Knuth 1989 aufrief: "Make a thorough analysis of everything your computer does during one second of computation."²⁵² Ein solchermaßen arbiträres *delay* (*slow motion* als Zeitachsenmanipulation im digitalen *computing*) hat einen analytischen, methodischen Zweck, nämlich die künstlicher Verlangsamung hochfrequenter Prozesse, um sie für Menschen (und nicht nur den Computer selbst) kritisch nachvollziehbar zu machen.

PROGRAMMIERUNG

Sind die technischen Aprioris, oder die mathematischen Modelle die Protagonisten der KI?

Nach wie vor bilden Algorithmen die Basis von KI und ML, doch aus dem manifesten Hintergrund dessen, was Menschen dann per Interfaces sinnlich wahrnehmen (*figure / ground*, nach McLuhan im Anschluß an die Gestalttheorie), rücken sie in den Status reiner Möglichkeitsbedingungen für künstliche neuronale Netze (Kants *a priori*); das für die German Media Theory maßgebliche technische Apriori (Friedrich Kittler 1986, im Anschluss an Michel Foucault) ist nur noch in Grenzen erkenntnisfördernd zur Analyse von CNNs, deren eigentliche Macht in datengetriebener konnektivistischer Emergenz liegt und damit den Schwerpunkt der kritischen Analyse auf die mathematische Modellierung verschiebt, konkret: in den sogenannten latenten Raum als Möglichkeitsraum der zu generierenden Ausgaben, der gleich subtraktiver Klangsysteme durch Lernprozesse als generalisiertes "Filter" sukzessive eingegrenzt und damit de-finiert wird, und dessen Bedingung die technische Realisierung eines vieldimensionalen neuronalen Netzes darstellt.

Lohnt in diesem Zusammenhang eine materialistische Tiefenbohrung *diesseits* der mathematischen Modelle und ihrer Realisierung als Software, und damit verbunden die kritische Philologie von Quellcode? Jenseits davon eröffnen sich die im klassischen Idealismus die (technik-)philosophischen Fragen; diesseits indessen (im Sinne des Baudry'schen *appareil de base*) die genuin techno-logischen Praktiken im Sinne von Kittlers "no software"-These. Radikale Medienarchäologie gewährt dieser untersten Ebene (die wirkliche "Schicht" hinter den metaphorischen "layers" der CNNs, gleich dem "physical layer" im OSI-Modell von technischen Internet-Hierarchien) ein Mitspracherecht. RMA betrachtet unverdrossen auch die Existenz von KI / ML (noch) *als* techno-

²⁵² So zitiert im Vortrag von David Gauthier, im Rahmen der MAGIS International Film and Media Studies Spring School, Gorizia, 23. März 2019. Dazu auch seine Dissertation xxx

logisch informierte Materie. Im Anschluss an McLuhan liegt die eigentliche Medienbotschaft von KI / ML in ihrer mikroprozessoralen Verdrahtung respektive Einbettung in Materie wie Silizium.

Sodann aber verschiebt sich der Akzent der radikalen Medienarchäologie von der Technik als Hardware (Apriori) zum Logos der Technomathematik. "Augenscheinlich sind wir mit der Hypothese konfrontiert, die Welt, den Menschen, seine Kultur sowie Kommunikation und Kunst unter das einheitliche Schema ihrer Mathematisierung zu stellen"²⁵³ - was Martin Heidegger dereinst als epistemisches Merkmal des neuzeitlichen "Weltbildes" deutete, jetzt aber zum konkret KI-generierten "Bild" wird.

Techno-logische "Tiefenbohrung": Stable Diffusion

Analytische Medienarchäologie zielt auf die Identifizierung der epistemischen Momente und auf die (auch für das konkrete *machine learning*) entscheidenden Merkmale der Modellierungen von Künstlicher Intelligenz. Dazu zählt etwa der von der *computer vision*-Forschergruppe an der Ludwig Maximilian Universität in München (Compvis) entwickelte Stable Diffusion-Algorithmus.

Tatsächlich realisiert Stable Diffusion den Logozentrismus einer metadatenorientierten Bildästhetik "vom Wort zum Bild", als ein "latent text-to-image diffusion model capable of generating photo-realistic images given any text input", wie es die Webseite Stable Diffusion Online verkündet.²⁵⁴

"Die Bilder, die diese Generatoren auf solche kurzen Befehle hin ausspucken, sind teilweise echt beeindruckend, auch wir kamen hier aus dem Staunen nicht raus."²⁵⁵ Lässt sich dies zu (medien-)philosophischem Staunen nobilitieren, als Impuls von technologischer Erkenntnis? Und inwiefern ist eine IT-ferne Analyse von KI / ML überhaupt möglich, ohne sich in einer frei flottierenden Phänomenologie derselben zu verlieren? Angus Russel lehrt in einem Internet-Eintrag vom August 2022 "How to use Stable Diffusion to generate images from a text prompt" - mit dem ausdrücklichen Zusatz "no coding or technical knowledge required"²⁵⁶. Damit stellt sich zugleich eine Gretchenfrage an die "Berliner Schule"

253 Dieter Mersch, Kreativität und Künstliche Intelligenz. Einige Bemerkungen zu einer Kritik algorithmischer Rationalität, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft: Künstliche Intelligenzen, 11. Jg. (Heft 2) (2019), 65-74 (65)

254 <https://stablediffusionweb.com>, Zugriff 30. Oktober 2023

255 Chris Köver, Das nächste große Ding (Eintrag 28. Januar 2023), <https://netzpolitik.org/2023/263-off-the-record-das-naechste-grosse-ding>, Abruf 14. Februar 2023

256 <https://gusruss89.medium.com>

techniknaher Medienwissenschaft: Wie zielführend ist noch der Fokus auf den Operationen der Hardware, wo doch die mathematischen Modelle (mithin die Algebra) künstlicher neuronaler Netze das eigentliche Machtzentrum von KI / ML darstellen?

[Die damit verbundenen Grundoperationen lautet, zunächst ein "Notebook" anzulegen, etwa das Deforum Stable Diffusion. Entscheidend sind dann die sogenannte "Prompts": nutzerseitige An- und Eingaben an die KI und deren Vollzug auf der Basis von schon trainierten Netzen. Doch auch etwa für menschliche Portraits bleibt es indessen beim logozentrischen Vorrang: buchstäblich verbale Eingaben, also mit Aby Warburg: vom (Daten-) "Wort" (also: vom Code) zum Bild. "Eine KI wie »Dall-E« erzeugt die Motive und »ChatGPT« liefert die Kommandozeilen, um sie in einem Bild zu vereinen."²⁵⁷ So fragt der Stable Diffusion Image Generator nach verbaler Texteingabe des gewünschten Bildmotivs - in vertrauter Tradition der bildästhetischen Ekphrasis. Doch "[e]in Problem beim Prompt Engineering ist die Polysemie"²⁵⁸, sowie die Entscheidungen über den "Stil".

[Ein charakteristischer Anthropozentrismus ist dabei die Fixierung auf möglichst photorealistische Bilder: Doch "[e]in Computer nimmt ein Bild vollkommen anders wahr, als Menschen es tun: Für einen Rechner ist ein Bild kein zweidimensionales Objekt mit verschiedenen Konturen und Farben, sondern einfach nur eine lange Liste von Zahlen. Diese kann man sich als Punkt in einem hochdimensionalen Raum vorstellen: Jeder Eintrag in der Liste entspricht einer Koordinate. Umgekehrt kann man jeden Punkt in diesem Raum in ein Bild umwandeln." (Bischoff 2023)]

Die Software-Umgebung NightCafe²⁵⁹ ist ein "online AI-powered Art Generator. "It provides the means to run algorithms like Neural Style Transfer, VQGAN+CLIP, CLIP-Guided Diffusion, and now Stable Diffusion - without needing any technical knowledge or coding skills" (Angus Russel). Alternativ sind auch (graphische) Bildeingabe möglich, deren Vorläufer die ähnlichkeitsbasierte Bildsuche unter Google darstellt.

Künstliche neuronale Netze operieren mit Wahrscheinlichkeiten, nicht mit Gewißheiten; mit Ähnlichkeiten, nicht mit Identitäten. Damit kehrt - im Sinne von Foucaults *Ordnung der Dinge* - die abendländische Episteme scheinbar wieder in ein vormodernes Paradigma (Montaigne) zurück - diesmal indessen mathematisch operationalisiert. "Ähnlichkeit" wird hier aus einer vagen kognitiven Kategorie zur technomathematischer

257 Manon Bischoff, Künstliche Intelligenz: Wie lassen sich KI-generierte Bilder enttarnen? KI-Programme erzeugen aus wenigen Worten realistische Bilder, <https://www.spektrum.de/news/deepfake-wie-lassen-sich-ki-generierte-bilder-enttarnen/2127222>, Eintrag 10. April 2023

258 HA Tostlebe 2022

259 <https://creator.nightcafe.studio/stable-diffusion-image-generator>

Operation: Abstandsmaße von Vektoren. ML erlaubt damit nun zusätzlich auch die semantische Suche, wobei der Computer Wortbedeutungen aufgrund eingespeicherter Wortnachbarschaften errahnt.

Derzeit verlagert sich die kritische Diskussion von KI / ML zunehmend auf die symbolische Ordnung ihrer Software-Anwendung. Medienarchäologie aber zielt zum Einen auf die physikalischen Bedingungen, doch ebenso auf die mathematischen Modelle von KI / ML. Erst in dieser doppelten Verwurzelung ("radikale" Medienarchäologie) entbirgt sich ihr *Technológos*.

Für eine technologische Tiefenbohrung im Sinne einer radikal medienarchäologischen Analyse von KI / ML (ohne dabei erneut der archäologischen Grabungs- oder geologischen Sondierungsmetapher zu verfallen) bietet sich das Diffusion-Modell an.²⁶⁰ Dessen Ansatz kalkuliert nicht mehr mit logischen Gewißheiten, sondern mit Wahrscheinlichkeiten, wie es schon im Untertitel von Frank Rosenblatts Definition des Perzeptrons anklingt, als "probabilistic model for information storage and organization in the brain"²⁶¹ - nahe dem, was "late" Turing als mathematische Modellierung biologischer Morphogenese in Angriff nahm. Und noch konkreter: "Unfortunately, the language of symbolic logic and Boolean algebra is less well suited for such investigations."²⁶²

Die technomathematisch orientierte "Berliner Schule" von Medienwissenschaft ist auf die zentralen Stichworte und Kernoperationen von Seiten der KI / ML gut vorbereitet. Die aus der mathematischen Informationstheorie Claude Shannons (1948) vertrauten Begriffe der Thermodynamik wie Entropie, aber auch stochastische Prozesse (Markov-Ketten erster Ordnung, wo die Wahrscheinlichkeit eines jeweiligen - diskreten! - Schritts jeweils nur statistisch abhängig sind vom vorherigen Schritt respektive Symbol), werden hier zu Operatoren einer generativen KI-Ästhetik. Hinzu kommt die Vertrautheit mit der ebenso durch Shannon personifizierten technischen Realisierung solcher Logik: ihre Realisierung in binären Schaltkreisen.

[Der globale Technologiesektor ist für etwa 1,8 - 3,9 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich; indessen wird allerdings "nur ein Bruchteil dieser Emissionen durch künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen verursacht"²⁶³ - in Verrechnung von

260 Siehe Jascha Sohl-Dickstein et al., Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics, *online* veröffentlicht 2015), arXiv:1503.03585

261 Frank Rosenblatt, The perceptron. A probabilistic model for information storage and organization in the brain, in: *Psychological Review*, vol. 65, no. 6, 1958, 386-408

262 Rosenblatt 1958: 387

informationstheoretischer Shannon-Entropie vs. thermodynamische Boltzmann-Entropie.^{264]}

"[D]er Prozess vom Bild zum [Pseudo-!]Rauschen hin ist nachvollziehbar"²⁶⁵ - als *veritable explainable artificial intelligence (XAI)*.

Die Eingaben (*prompts* als maschinenseitige Aufforderung an den Benutzer, "eine Eingabe (*input*) zu tätigen"²⁶⁶) von Seiten des Nutzers sind dabei nicht mehr imperativ wie in der klassischen Programmierung, sondern Wahrscheinlichkeitswerte - in der Tradition ähnlichkeitsbasierter Bildsortierung (*image-based image retrieval*)²⁶⁷ sowie der generativen (Informations-)Ästhetik (Bense für Bilder, Moles für Klänge).

Es handelt sich beim Diffusionsmodell um "das am häufigsten genutzte Modell sequenzieller Informationsgewinnung für binäre Entscheidungen (Entscheiden, Informationstheorie). Grundgedanke eines Diffusionsmodells ist die sequentielle Gewinnung zufallsbehafteter Information zugunsten der einen oder anderen Entscheidungsalternative bis zum Erreichen einer von zwei Schwellen, bei der die entspr. Antwort erfolgt."²⁶⁸

"Prompts": mit KI jenseits der Programmierung von ML?

Die Mnemonics in der maschinennahen Programmiersprache Assembler, die Entwicklung sogenannter "höherer" Programmiersprachen wie C, und selbst Formulierungen in Skript-Sprachen ließen den menschlichen Mitspieler des Computers noch an dessen Informatik, also der Ästhetik der Programmierung, teilhaben. Nun aber verheißt ChatGPT von OpenAI auch die KI-basierte selbständige Verfassung von Programmcode. Entsprechend lautet die riskante Diagnose, dass die kommende

263 <https://www.heise.de/hintergrund/CO2-Fussabdruck-Wie-gross-die-Emissionen-von-KI-Modellen-wirklich-sind-7347017.html>, Zugriff 24. Dezember 2022, Eintrag "CO2-Fußabdruck: Wie groß die Emissionen von KI-Modellen wirklich sind", 21. November 2022 von Melissa Heikkilä

264 Zur Notwendigkeit dieser Unterscheidung siehe Horst Völz, xxx

265 Raphael J. Tostlebe, Ästhetik-Apparat. Zur Spezifik der Ästhetik KI-generierter Kunst auf Basis von Diffusionsmodellen und Text-Bild-Klassifizierung Seminar Mediendramaturgie und Medienästhetik, Hausarbeit im Rahmen eines Seminars von Florian Leitner, HUB, SS 2022

266 <https://de.wikipedia.org/wiki/Prompt>, Abruf 29. November 2022

267 Siehe W. E. / Stefan Heidenreich / Ute Holl (Hg.), Suchbilder. Visuelle Kultur zwischen Algorithmen und Archiven, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2003

268 Webseite "Dorsch. Lexikon der Psychologie",

<https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/diffusionsmodell>, Abruf 25. November 2022

Generation schon gar nicht mehr das Programmieren von Computern lernen wird: "Will GPT-3 Kill Coding?"²⁶⁹ An die Stelle klassischer Kommandozeilen tritt die "no-code"-Praxis des "prompt engineering", also die "Aufforderungen" in Umgangssprache. Erst hier kommt der metaphorische Begriff der Programmier"sprache" zu sich.

So vermag eine KI bereits auf Wunsch (*prompt*) den passenden Python-Code zu programmieren. Mit welcher Begründung soll also eine "data science" von KI / ML weiter auf Hard- und Softwarekompetenz insistieren (eine Forderung, mit der die "Berliner Schule" von Medienwissenschaft - erste und zweite Generation - steht und fällt), wenn erstere in Gestalt ihrer Mikroprozessoren weitgehend standardisiert ist, und letztere an Maschinendenken selbst übergeht?

Dies aber stellt keine Überwindung, sondern vielmehr die buchstäbliche Ekstase der Universellen Turingmaschine selbst dar: "eine radikale Konsequenz der Turing'schen Simulationstheorie!"²⁷⁰

[Indessen ergänzt Höltgen: "Dann aber - im Sinne der Aufklärung - doch lieber das Lego-Programmiersystem, das ich zuletzt entdeckt hatte."²⁷¹]

Bemerkenswert in der akzelerierenden Entwicklung von KI / ML ist die Tendenz, dass solche externen Modelle (gleich ihrer Programmierung) inzwischen rekursiv als Leistungen von Seiten der KI selbst wieder einkehren - diesmal aber un-menschlich. Denn inzwischen ist KI ihrerseits zur Bildung von abstrakten Modellen fähig, im Sinne (oder als Emulation) des "Geistes".

Doch wessen "Sprache" spricht dieser *Technológos*? KI-Algorithmen zur Generierung von Bildern benötigen nach wie vor nicht intuitive, sondern passende oder auch angepaßte Eingaben (Prompts) in Umgebungen wie Stable Diffusion. Inzwischen aber verhilft eine eigene KI dazu, auch diese zu finden. Hier bieten sogenannte Phraser speziell darauf abgerichtete Formulierungen an.²⁷²

Flusser zufolge hat bereits der Photoapparat den menschlichen Benutzer seiner Hardwarekonfiguration unterworfen. Doch erst mit KI wird dieser festprogrammierte *Technológos* entfesselt: "While with cameras the human operator is seen to 'play' with these options and choosing the

269 Frederik Bussler, Will GPT-3 Kill Coding?, Towards Data Science, 2020, <https://towardsdatascience.com/will-gpt-3-kill-coding-630e4518c04d>

270 Elektronischer Kommentar Stefan Höltgen, 18. Januar 2022

271 Elektronischer Kommentar Stefan Höltgen, 18. Januar 2022

272 Dazu der Eintrag von Ben Schwan, "KI entwirft optimale Prompts für Text-Bild-Generatoren", 26. September 2022, Webseite "Heise online", <https://www.heise.de/hintergrund/KI-entwirft-optimale-Prompts-fuer-Text-Bild-Generatoren-7267668.html>, Zugriff 24. Dezember 2022

desired output, with AI, the program 'plays' itself and seeks to realize all its possibilities unlimited by human desires."²⁷³

Gibt es nunmehr den "sinnvollen Algorithmus" (Anna Faust), entgegen Turings and Lacans Definition der Unentscheidbarkeit respektive "bêtise" der Programmierung?

Was wie eine gegenseitigen Anpassung von menschlicher Sprache und Maschinensprache aussieht, ist vielmehr deren völlige Entfremdung. Dafür war die Genealogie der Programmiersprachen von Op-Code ("binary") über Assembler zu Hochsprachen und Skripten für die dümmsten anzunehmenden "User" ein Vorspiel nur.

ÄSTHETIK DER GANs

General Adversarial Networks als logische Form der innertechnischen Kritik

Eine spezielle Klasse Künstlicher Intelligenz zielt darauf ab, autonome Maschinen - besser: künstliche neuronale Mechanismen - zur Eigeninitiative zu bewegen.

Prägnant für technisch "intelligente" algorithmische Bildproduktion ist das Konzept der Convolutional Neuronal Networks "als Basisarchitektur" (wenn nicht gar Medium) von GANs. Deren medientechnische Wissensbasis liegt im *Technólogos* des GAN-Algorithmus, in der Backpropagation, der Loss-Funktion und der Modellierung von Latent Space.

Ein General Adversarial Network "[...] consists of [...] two neural networks - the 'brains' of the program. One generates a flow of images out of nothing" - mithin schaumgeboren wie Aphrodite, oder auch - mit Heinz von Foerster - als *order from noise* - "and the other, which has been trained on specific images, accepts or rejects them. [...] the generator learns and creates better and better work from scratch."²⁷⁴ War "Kritik" bislang von der Beobachterdifferenz determiniert, wird sie nun zur datenimmanenten *discrimination* und taucht unter diesem Namen auch als Begriff in den Lexika der klassischen Kybernetik auf. Die Unter- respektive Entscheidung (altgriechisch *krinein*) stellt mithin die Basisoperation binärer Informationsverarbeitung dar.

273 Dissertation Andrew McIntyre, *Posthuman Authorship: Creative Agency, Originality and the Role of Technology in Digital Media*, University of Glasgow, Kap. 1 (Entwurf 2022)

274 <https://www.theguardian.com/technology/2019/mar/04/can-machines-be-more-creative-than-humans>, Zugriff 11. März 2017

Eine neue Version "generativer Ästhetik": GANs und / oder "soft thought"

Die Frage, wie weit Maschinen dazu gebracht werden können, wie Menschen zu rechnen und zu denken und dementsprechend kreativ zu werden, ist eine epistemologische Konsequenz aus der Theorie des Computers als Universeller Turingmaschine selbst, die alle anderen Maschinen, sofern sie in ihren Operationen symbolisch kodierbar sind, zu emulieren vermag (Turing 1937 sowie 1950). Dem steht aus Sicht einer selbstbewussten Medienwissenschaft die Frage gegenüber, ob es der Maschine gegenüber nicht vielmehr angemessen ist, sie ihre buchstäblich techno-logisch eigenen Schlussfolgerungen ziehen zu lassen. Dem latenten Anthropozentrismus des Begriffs von Künstlicher Intelligenz respektive Kreativität steht damit die These vom Eigensinn des *Technólogos* entgegen, der sich in dem Moment ereignet, wo der symbolische Code im Realen der Maschine inkorporiert wird.

[Dem kommt das Konzept von "soft thought" entgegen, wie es von Luciana Parisi gemeinsam mit Stamatia Portanova definiert wird: als neuartige, techno-logische -"medium specificity". *Soft thought* "indicates nothing more than that numerical and logical mode of thinking which is proper of software itself".²⁷⁵ Parisi und Portanova bringen hier Alfred North Whitehead Begriff der "the non-anthropomorphic and non-organic" *prehension* ins Spiel, und zwar im für den aktuellen diskreten Computer charakteristischen *double bind* "as the immanent ground of all perceptions (physical prehensions) and thoughts (conceptual prehensions): the stone prehends the water it falls into, an addend prehends another in every mathematical addition."]

["In Whitehead's philosophical system, feelings (or prehensions) can in fact be distinguished as 'physical' and 'conceptual'. Whereas a physical feeling involves the simple capture of what concretely 'is' and 'becomes' in the world, a conceptual feeling is a 'pure mental operation', the feeling "of what is not and may be, ... of some possibility as to how actualities may be definite."²⁷⁶]

Im Unterschied zu einer radikalen Medienarchäologie von *computing*

275 Luciana Parisi / Stamatia Portanova, *Soft thought* (in architecture and choreography), in: *Computational Culture. A Journal of Software Studies*, <http://computationalculture.net/article/soft-thought> (time-stamped November 2011), Zugriff 1. Januar 2023

276 Luciana Parisi / Stamatia Portanova, *Soft thought* (in architecture and choreography), in: *Computational Culture. A Journal of Software Studies*, <http://computationalculture.net/article/soft-thought> (time-stamped November 2011), Zugriff 1. Januar 2023, unter Verweis auf: Alfred N.Whitehead, *Process and Reality*, New York (The Free Press) 1985, 32-34

meint *soft thought* gerade nicht "the conception of algorithms as a form of 'cognition' whereby software (or thought) necessarily depends on the physical machines or bodies on which it runs" (Parisi / Portanova).

Doch bislang erinnert die Rückführung aller "höheren Programmiersprachen" auf Assembler daran, dass es keine Maschinenunabhängigkeit gibt. Dazwischen vermittelt ein Compiler, welcher den Logos in Machinensprache als Hardware-*op-code* übersetzt (respektive transformiert, nämlich: Symbole in Signale).

Die Fixierung der Aufmerksamkeit auf möglichst menschenähnliche Kreativität aus Maschinen führt in die Irre. Die aus Generative Adversarial Networks und Deep Learning emanierenden Text-, Bild- und Tonwerke lassen sich vielmehr als Indizien eines *anderen Wissens* erschließen. Die metaphysische Frage nach dem "warum" in der Definition von "KI" lässt sich durch den Verweis auf die verbogenen Strukturen des Computercodes der Maschine zu ersetzen. Gerade in ihrer Differenz zum zugleich biologisch inkarnierten und kultursoziologisch eingebetteten Hybrid "Mensch" entbirgt sich eine genuine Medienästhetik der Maschine - und zwar nicht als humanoid programmierter Automat, sondern als geschlossenes, sprich: autonomes System, das nicht länger schlicht einen *extended human mind* (im Sinne von Clark / Chalmers 1998) darstellt, sondern als genuine *computational creativity* identifiziert wird. Wie bereits von Turing 1950 klug formuliert, kommt es in der Diskussion um mechanische Kreativität fortwährend der (Ada) "Lovelace-Einwand", angelehnt an eine Bemerkung der Programmiererin von Charles Babbages Analytical Machine: Vermag eine analytische Maschine nur zu "kreieren", was ihr explizit einprogrammiert wurde - mithin also bloße Logotechnik statt genuinem *Technológos*? Bislang emulierte Computerästhetik menschliche Kreativität, indem sie "Randomizer" einbaute (wie etwa das *Letters of my Mother-Programm* der ungarischen Medienkünstlerin Vera Molnar), und Turing empfahl in seinem BBC-Radiovortrag von 1951 "Intelligent Machinery. A Heretical Theory" ausdrücklich, der Maschine ein "random element" zu *inkorporieren*.²⁷⁷

Oder um es in einem von Sebastian Kawanami-Breu geschriebenen Pseudocode zu formulieren²⁷⁸:

- ggf. *einblenden*:

277 In: The Essential Turing, hg. v. Jack Copeland, Oxford / New York (Oxford UP) 2004, Kap. 12, 472-475 (475)

278 Im Rahmen des Kurzvortrags von Sebastian Kawanami-Breu, Behaviorism at Electronic Speed. Lerndispositive von Ebbinghaus bis Rosenblatt, 25. November 2020 im Rahmen des Kolloquiums *Medien, die wir meinen*, Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Medienwissenschaft

```
- Input; default: Zufallswerte "Initialize w randomly;  
while !convergence do  
Pick random ...:  
if xxx then  
...  
end
```

[Demgegenüber: "To make the code examples as useful as possible we will not rely on pseudocode, but rather use Keras, TensorFlow and iNNvestigate to implement our examples for the example network."²⁷⁹]

Doch erst wenn in Verbindung künstlicher neuronaler Netze mit enormen Datenmengen ein Mechanismus zur *backpropagation* sich selbst überlassen wird, "[...] gewinnt die Maschine ein Bild von ihr selbst - und wir ein anderes Bild von ihr und von uns"²⁸⁰. Der technologische Anthropozentrismus (Definitionen von Technik als "extension of man" mit McLuhan und Kapp) kippt damit um in die Mechanisierung des Menschenbegriffs selbst. Mithin entbirgt *Das Menschenbild der Maschine*²⁸¹ zugleich die Maschine in der menschlichen Kognition selbst. So mag mithin auch *The next Rembrandt* aus der Produktion von KI neu interpretiert werden.²⁸² Damit zu einer Prognose: je enger die kybernetische Mensch-Maschine-Kopplung zu einem *adversarial* Spiel zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz wird, desto mehr wird sich nicht nur die KI dem Menschen angleichen, sondern umgekehrt auch der Mensch sich als signalverarbeitendes und mustererkennendes Wesen begreifen, wie es Norbert Wiener im Untertitel seiner *Kybernetik* von 1948 längst formulierte und Friedrich Kittler medienwissenschaftlich aktualisierte: das jeweilige Menschenbild ist eine Funktion seiner jeweiligen technischen Modelle (angefangen von der altgriechischen Wachstafel-Metapher für die Seele bis hin zur Psychoanalyse). Damit verbunden ist eine anthropologische Akzentverschiebung (zurück) vom emphatisch-schöpferischen zum "schwachen" Subjekt. Dies ist keine narzistische Kränkung, sondern zugleich eine Entlastung.

Bezeichnenderweise waren es zunächst gar keine Künstler, sondern Informatiker, welche die Generative Ästhetik entwickelten.²⁸³ Die

279 Maximilian Alber, Software and Application Patterns for Explanation Methods, Kap. 22 in: xxx (Hg.), 399-433 (400)

280 So Hanno Rauterberg, Die Kunst der Zukunft: Über den Traum von der kreativen Maschine, Berlin (Suhrkamp) 2021, 16

281 So der Titel der Masterarbeit von Maria Saskia Kuban, Das Menschenbild der diskreten Maschine, HUB, Fachgebiet Medienwissenschaft (2019)

282 Siehe Kreye, A. (2016). Ein echter Rembrandt - Aus dem Rechner. Süddeutsche.de, <https://www.sueddeutsche.de/kultur/kuenstliche-intelligenz-ein-echter-rembrandt-aus-dem-rechner-1.2949787>

283 Siehe etwa Michael A. Noll, The digital computer as a creative

klassische Grundfunktion der deterministischen "wenn-dann"-Regel, die in Cohens symbolischen KI-System AARON noch dominant ist und auch von Nake betont wird, weicht indessen in massiv datenbasierter KI mathematischen Modellen der Stochastik, um Effekte "explorativer Kreativität" zu erzielen.

[Eine dem entsprechende Brückenkonzeption bildet die Machine Learning-basierte Computergraphik von Sprott über Artificial Neural Net Attractors von 1998, "die quasi genau zwischen AARON und moderne ML-basierte Kunst passt"²⁸⁴.]

Im medienarchäologischen Rückblick auf die Informationsästhetik der Kybernetik der 60er-Jahre erweist sich dieselbe nicht als schlicht "historisch" oder gar antiquiert, sondern vielmehr als heroische Epoche im Sinne fortwährender ("klassischer") Geltung. Nicht luftige Geistesphantasien, sondern Algorithmen und Code bilden nach wie vor die Basis generativer Computerkunst. *Creative Computing* war nicht nur der Name einer frühen (Heim-)Computerzeitschrift (1974-1985), sondern mit der Informationsästhetik der heroischen Episteme der Kybernetik von Anfang an verbunden. Dort unter den Namen KI sowie Maschinelles Lernen schon latent vorliegend, doch aus Gründen von Moore's Law und von noch nicht existierenden Internetplattformen (die erst jüngst in diesem Maße antrainierbaren *big data*) limitiert und überwintert, kehren nun diese archaischen Ansätze manifest in Form von "Deep" Learning wieder ein.

Es gab bekanntlich wiederholte Anläufe (die notorischen "Winter") von AI / ML. Damit verbunden ist die "starke" TL-Hypothese, derzufolge Technologie den Menschen zur KI-Experimentierung verlockt, nicht umgekehrt.

[In seinem Beitrag "The origins of neural networks" vertrat Raúl Rojas auf der Tagung Was war Künstliche Intelligenz? (2022) die These, daß künstliche neuronale Netze mit dem Digitalcomputer selbst ko-emergierten, u. a. unter Verweis auf René Descartes Werk *L'homme*.]

Während der Begriff von *creative computing* indessen noch die kreative menschliche Eingabe (Programmierung) akzentuiert, wandert die Kreativität nun in die *computer* selbst.

Anders als für den Fall der bloßen Turing(papier)maschine "ist es beim Machine Learning nicht möglich, nur mit Papier und Bleistift

medium, in: Joshua Reichardt (Hg.), *Cybernetics, Art, and Ideas*, xxx (Blue Star House) 1971, 143-164

284 Elektronischer Kommentar Stefan Höltgen, 25. März 2019, unter Bezug auf: J. C. Sprott, *Artificial Neural Net Attractors*, in: *Comput. & Graphics* 22, 143-149 (1998)

entscheidende Fortschritte zu erzielen. Machine Learning ist eine Ingenieurwissenschaft", heißt es von Seiten François Chollets, der die in Python geschriebene Deep-Learning-Bibliothek Keras (Open Source) kreierte²⁸⁵ - und mit seinem Diktum zugleich Karl Ganzhorns Definition von Informatik als "Ingenieurwissenschaft des Geistes" vom Kopf auf die Füße stellte.²⁸⁶

Doch bildkreative Werkzeuge wie *StyleGAN* sind nicht nicht schlicht eine evolutionäre technologische Eskalation der altehrwürdigen Generativen Ästhetik. Umso notwendiger ist es, die medienepistemischen Bruchstellen zur KI-Gegenwart herauszuarbeiten, konkret etwa anhand des Vergleichs (oder Kontrasts) von Nees' Nachprogrammierung eines Mondrian-Gemäldes²⁸⁷ mit dem Belamy-Portrait von Seiten der Kunstgruppe Obvious.²⁸⁸ Michael Noll hat daraufhin bereits den Turing-Test modifiziert.²⁸⁹

Der "Lernalgorithmus" eines GAN erinnert nur noch dem Namen nach an die frühen Experimente der kybernetischen Pädagogik und deutet vielmehr auf eine nicht-lineare Entwicklung: den Bruch zwischen Generativer Ästhetik und Maschinellen Lernen als *indirekter* Programmierung. An die Stelle von Training anhand von "Lernphasen" in frühen Formen künstlicher neuronaler Netze (etwa in Steinbuchs Lernmatrix) treten Maschinenpraktiken des tatsächlich "unsupervised learning". Und doch war es gerade Helmar Frank, der frühzeitig den "Überraschungswert" von Kunst i. S. der Informationstheorie mathematisch berechnete, und Max Bense brachte den Informationsbegriff der Nachrichtentechnik auf den epistemologischen Punkt einer ausdrücklichen Generativen Ästhetik, für die sich das Überraschende als Determinante kreativer Produktion erweist.²⁹⁰

285 François Chollet, *Deep Learning mit Python und Keras*, Frechen (mitp Verlag) 2018, 43

286 Siehe etwa Karl E. Ganzhorn, *Informatik im Übergang*, in: *Informatik-Spektrum*, Bd. 6 (1983), 1-6

287 Siehe Georg Nees, *Generative Computergraphik*, Berlin / München (Siemens AG) 1969

288 Siehe dazu die Masterarbeit von Frau Greta Luise Wolansky *Code - Kunst - Kreativität. Eine techniknahe Betrachtung maschineller Kreativität in der computergenerativen Bildkunst mit Generative Adversarial Networks (GAN)*, HUB, Fachgebiet Medienwissenschaft, Herbst 2022 (vorgeschlagen zur Publikation auf dem edoc-Server der HUB)

289 A. Michael Noll, *Human or Machine: A Subjective Comparison of Piet Mondrian's "Composition with Lines" (1917) and a Computer-Generated Picture*, in: *The Psychological Record*, Bd. 16 (1966), 1-10

290 Siehe auch Margaret Boden, *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, 2. Aufl. London / New York (Routledge) 2004, 1

Ein Einwand gegenüber computergenerierten Bildern war bislang, dass die Maschine sich selbst nicht bewusst sein könne. Doch gerade hier liegt die Pointe rekurrenter GNNs, welche die klassische Rolle des Kunstkritikers geradezu technologisch internalisiert, respektive die bisherige fehlerkorrigierende Rolle des "man in the loop" durch automatisierte Rückkopplungsschleifen ersetzt. Im GAN-Modell erzeugt der Generator ein synthetisches Bild durch *randomized data input* im (Gegen-)Spiel mit dem Discriminator, der dieses bildartige Produkt mit einer Databasis "real" vorliegender Bilder abgleicht. Dazwischen reagiert das System durch Rückkopplungsschleifen auf *error signals*

"Kalkuliert" ein solches System noch, oder vollzieht sich solche Berechnung hier nicht schon vielmehr im Sinne der Leibnizschen unbewußten Mathematik menschlicher (akustischer) Wahrnehmung (*nesciens*)? Neuromorphes "Rechnen" (das Gehirnmodell) modifiziert damit das lupenrein algorithmische Modell des Digitalcomputers; technologisch konkret treten (mit Leon Chua) damit Schaltkreise aus Memristoren an die Stelle klassischer Transistoren. Und Turing höchstselbst widmete sich in seinen letzten Jahren der mathematischen Modellierbarkeit biologischer Morphogenese, was retrospektiv äquivalent zu Phänomenen der Emergenz in generativen neuronalen Netzen umgedeutet werden kann.

Lernalgorithmen zielen auf synaptische Plastizität, d. h. die Änderung von Gewichtungen in neuronalen Netzen als sich selbst organisierendes Netzwerk (SOM), wie es bereits der Kohonen-Algorithmus formulierte.²⁹¹ Diese Gewichtungen werden "digital", d. h. in ganzzahligen Sprüngen geändert - und sind insofern also als endlicher Automat (respektive Turingmaschine) simulierbar.

Die (allerdings nur symbolische, nicht realelektronische) Verzifferung ist der Preis dafür, dass Gegenstände Gegenstand von Berechnungen werden können - *computable* im Sinne von Turing 1937. Was, wenn demgegenüber nicht mit abstrahierten Zahlen, sondern mit den Spannungswerten selbst "gerechnet" wird, im Sinne des *Analogcomputing*?

Für die "natürliche" Sprache herrscht das Problem, sie zahlenförmig zu machen (sie zu mathematisieren). Machine Learning wählt als Lösung dafür die Worteinbettung in hochdimensionale Koordinaten als Assoziation. Durch Zahlenwerte werden ähnliche Wörter einander als *cluster* zugeordnet; ihre Verbindung existiert in Vektoren. Damit werden grammatikalische und sinnhafte Relationen zwischen Wörtern mathematisch berechenbar gemachten - trainiert an ungeheuren Wortmengen.

291 Teuvo Kohonen, *Self-Organization and Associative Memory*, Berlin / Heidelberg / New York / Tokyo (Springer) 1984

Demgegenüber bleibt unklar, in welchem Maße kognitive Funktionen im Sinne der Turingmaschine berechenbar oder nicht-berechenbar sind. Wie John von Neumann klarstellte, gleicht das Gehirn einer Mischung aus chemisch-graduellen (analogen) und digitalen Operationen: operiert nicht mit *integers* (digitales McCulloch-Pitts-Netz) als Maß der Gewichtungen, respektive mit rationalen Zahlen (ganzahlige Brüche), sondern als analoges rekurrentes Netz mit reellen Gewichten (vertraut aus der Sensortechnologie).

Wird "Denken" selbst als un-menschlich verstehbar, insofern es sich mit McCulloch / Pitts durch elektronische Gatter emulieren lässt? Gewiss lässt sich der elektrochemische Input eines biologischen Neurons durch elektronisch simulieren (gemäß der Hodgkin-Huxley-Gleichung), in Form neuronaler und technische Schaltnetze, technisch realisiert etwa durch passive Widerstände und Transistoren als Verstärkern in Form des Chua-Memristors.²⁹² Neuronale Verhaltensmuster sind technisch als Hardware-Verschaltungen simulierbar - didaktisch etwa mit dem Elektron-Lernbaukasten, der solche Prozesse auf die wesentlichen Prinzipien und Bausteine geradezu *archaisch* reduziert.

1966 installierte Joseph Weizenbaum am Massachusetts Institute of Technology das Dialogprogramm ELIZA, der retrospektiv als "der erste Chatbot der Informatik" gedeutet wird - medienarchäologisch aber eher der Endpunkt von Vorüberlegungen zur KI und ML (etwa Turing 1950). Die in einem Time-Sharing Zentralrechner lauffähige Software "nahm Aussagen entgegen, die ein Mensch an einem Terminal eintippte, und zeigte am Monitor eine Antwort an. ELIZA reagierte vor allem mit vorgefertigten Sätzen auf bestimmte Schlüsselwörter", und simulierte in einer Version namens DOCTOR die spezifische Dialogtherapie des Psychologen Rogers."²⁹³ Ab 1991 ist der Loebner-Preis für das menschenähnlichste Dialogprogramm ausgelobt. Eine alternative Prüfung für maschinelles Denken stellt der Lovelace-Test dar, nach Charles Babbages mathematischer Muse Ada Lovelace benannt.²⁹⁴ "Der neue Test verlangt den Nachweis einer kreativen Tätigkeit, zum Beispiel die Produktion einer Kurzgeschichte nach inhaltlichen Vorgaben" (Bülow ebd.). "Allerdings: Warum muss eine Maschine eigentlich einen Menschen

292 Siehe Klaus Mainzer / Leon Chua, *Local Activity Principle: The cause of complexity and symmetry breaking*, London (Imperial College Press) 2013

293 Ralf Bülow, *Vom Imitationsspiel zum Lovelace-Test*, veröffentlicht am 18. September 2015 im HNF-Blog "Neues von gestern aus der Computergeschichte", <https://blog.hnf.de/vom-imitationsspiel-zum-lovelace-test>, Abruf 7. Januar 2022

294 Siehe Selmer Bringsjord / Paul Bello / David Ferrucci, *Creativity, the Turing Test, and the (Better) Lovelace Test*, in: *Minds and Machines*, vol. 11 (2001), 3-27; *online* <http://kryten.mm.rpi.edu/lovelace.pdf>

imitieren, um als intelligent oder vernünftig zu gelten? Könnte es nicht eine 'arteigene' Form von Denken geben, die nur Computern zukommt, quasi ein Silizium-Bewusstsein? Autos haben keine Beine, sondern Räder, aber sie kommen dennoch vorwärts und viel schneller als Menschen. Vielleicht mal drüber nachdenken..." (Bülow ebd.) - wengleich maschinenseitig (techno-logisch), nicht allein - wie hier noch selbstverständlich - an menschliche Leser adressiert.

Weizenbaum seinerseits, anhand der menschenseitigen Effekte seines KI-Programms ELIZA vom Saulus zum Paulus der KI konvertiert, publizierte 1976 sein Buch *Computer Power and Human Reason* (dt. *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, 1977). Dessen Botschaft lautete klarstellend: "Mensch und Computer sind grundverschieden. Viele Aspekte unserer Welt können Elektronenrechner nicht erfassen, und unsere Sprache bleibt ihnen fremd. [...] Zu Lebzeiten dachte Weizenbaum nur über programmierbare Künstliche Intelligenz nach, zum maschinelles Lernen äußerte er sich nicht. Heute können Computer wie Menschen formulieren" - notorisch etwa der Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3) -

[als "an autoregressive language model that uses deep learning to produce human-like text. Given an initial text as prompt, it will produce text that continues the prompt"²⁹⁵]

"oder schlimmer, wir Menschen drücken uns so aus wie es Maschinen tun, und wir erlernen die Sprache ganz ähnlich durch Zuhören und Imitieren. Was hätte Joseph Weizenbaum dazu gesagt? Vielleicht Folgendes: Computer beherrschen unsere Sprache, aber sie fragen nicht, sie kritisieren nicht, sie entdecken nicht, und sie haben weder ein Bewusstsein noch eine Welt um sich herum. Sie sind eben doch anders als wir."²⁹⁶

Bislang dominiert ein gewisser Ikono- und Logozentrismus der KI-Diskussion, wie es an der Sprachfixierung etwa von ChatGPT evident ist.

Dem kybernetischen Ansatz zufolge gibt es eine strukturelle (oder buchstäblich homologe) Ähnlichkeit zwischen menschlichem und maschinellem Sprechen respektive Schreiben - "wobei wir Menschen den Vorteil haben, dass wir den Gebrauch der Sprache in der realen Welt beherrschen."²⁹⁷ Damit ist die (technik-)philosophischen Gretchenfrage

295 <https://en.wikipedia.org/wiki/GPT-3>

296 Ralf Bülow, Joseph Weizenbaum (1923-2008), veröffentlicht am 6. Januar 2023 vom Heinz Nixdorf Museumsforum (Paderborn), <https://blog.hnf.de/joseph-weizenbaum-1923-2008>, abgerufen am 7. Januar 2022

297 e-Kommunikation Ralf Bülow, 6. Januar 2023

angesprochen: Soll medienwissenschaftliche Analyse die Andersartigkeit der Maschine unterstreichen (der Ansatz der radikalen Medienarchäologie, welche KI / ML aus den innertechnischen Verhältnissen ableitet), oder den "gleichursprünglichen" Ansatz wählen, sprich: die Strukturgleichheit von Mensch und Maschine als Sprache, Vernunft und Rechnen (Turing 1937)?" Oder ist diese Kernfrage ihrerseits *unentscheidbar*?

Die künstl(er)i(s)chen "Fehler" von KI / ML

[Im augenscheinlichen KI-generierten "Fehlern" äußert sich der *Technológos* als Kommunikationsfalle, insofern sich hier auf unterschiedlichen Kommunikationsebenen, wie der semantischen Inhaltsebene (verbal oder visuell) und der Beziehungsebene (paraverbal oder nonverbal) "zwei Botschaften gleichzeitig vermitteln, die einander widersprechen und sich gegenseitig ausschließen" - etwa der Inhalt der von KI gesprochenen Worte einerseits, und dem techno-logischen "Tonfall" andererseits. Der menschliche Dekodierer solcher Botschaften "steht vor dem Dilemma, wie er sich verhalten soll, weil er nicht beide Botschaften gleichzeitig befolgen oder für wahr halten kann"²⁹⁸.]

[Und umgekehrt: "Vermeintlich innovativ wäre es, das Intro vom neuen Chatbot ChatGPT schreiben zu lassen. Leider konnte ich mich mit ChatGPT nicht bei der Schreibweise der korrekt falschen, für diese Kolumne höchst sinnstiftenden Wortschöpfung 'Degitalisierung' einigen. Und nun kommt dieser Text halt wieder von mir persönlich. Sorry." (Kastl 2023)]

XAI wird konkret bei der KI-"forensischen" (Eskalation von Matthew Kirschenbaum's "forensic materialism" in Datenspurensuche auf Computerfestplatten²⁹⁹) Identifizierung der Entstehung von nur menschenseitig so wahrgenommenen "Fehlern", welche aus Sicht der Technologie aber logisch sind, und damit auf eine andere, technomathematische Vernunft deuten.³⁰⁰ Geraden in "fehlerhaften" Produkten künstlicher Gesichtsgenerierung durch StyleGAN artikuliert sich das bislang nur der menschlichen Psyche vertraute Lacansche

298 Wikipedia, Eintrag "Doppelbotschaften",

<https://de.wikipedia.org/wiki/Doppelbotschaften>, Abruf 1. Januar 2023

299 Matthew Kirschenbaum, *Mechanisms. New Media and the Forensic Imagination*, Cambridge, MA (The MIT Press) 2008

300 Dazu W. E., *There is no 'Error' in Techno-Logics. A Radically Media-Archaeological Approach*, in: Maria Korolkova / Timothy Barker (Hg.), *Miscommunications. Errors, Mistakes, Media*, London et al. (Bloomsbury, "Thinking Media Series") 2021, 79-94

"Imaginäre" nun als ein "Techno-Imaginäres" (in Anlehnung an einen Begriff von Vilém Flusser³⁰¹).

StyleGAN ist "ein GAN zur Erstellung einer unbegrenzten Anzahl von (oft überzeugenden) Porträts von falschen menschlichen Gesichtern. StyleGAN konnte auf den Standard-GPU-Prozessoren von Nvidia ausgeführt werden. Im Februar 2019 verwendete der [...] Ingenieur Phillip Wang die Software zum Erstellen der Website This Person Does Not Exist [...], die bei jedem erneuten Laden einer Webseite ein neues Gesicht anzeigte."³⁰²

Die Legende zu diesem visuellen Artefakt liest sich prosaisch: "Ein von einem StyleGAN erzeugtes Bild, das täuschend echt wie ein Porträt einer jungen Frau aussieht. Dieses Bild wurde durch eine künstliche Intelligenz erzeugt, die auf einer Analyse von Porträts basiert."³⁰³

"Fehler" in der KI-generativen Ästhetik sind nicht mehr nur im Code-Listing ihres konkreten Python-Programms aufspürbar, wie er als *open source* tatsächlich einsehbar ist, sondern entscheidend für auftretende Fehlfunktionen sind Momente der stochastischen Modellierung, mithin die Episteme der Statistik und der statistischen Mechanik ("Entropie") des 19. Jh., die nicht mehr mit Gewissheiten, sondern mit Wahrscheinlichkeiten (buchstäblich) "rechnen". So kommt Stochastik in der Mustererkennung zum Zug.

Es ist eine metamathematische Grundeinsicht (Kurt Gödels "Entscheidungsproblem"), dass Programmierung nicht vorab voraussehen kann, ob eine Rechenoperation (zumal in Kopplung an "big data") in endlicher Zeit zum Ziel kommt. Was Turing 1936 als ein spezifisches metamathematisches Problem formulierte, läßt sich techniksoziologisch verallgemeinern: es ist gerade die unvorhersehbare, von den Entwicklern zumeist gar nicht intendierte oder vorhergesehene Techniknutzung durch Menschen in der Mensch-Maschine-Kommunikation, welche Effekte von Serendipität zeitigt - wie etwa die Kommunikationswelt des Internet aus der militärischen ARPA-Net-Logik

301 Vilém Flusser, *Ins Universum der Technischen Bilder* [*1985], Göttingen (European Photography) 5. Aufl. 1996, *Ins Universum der Technischen Bilder* [*1985], Göttingen (European Photography) 5. Aufl. 1996

302 <https://de.wikipedia.org/wiki/StyleGAN>, Abruf 4. Januar 2023, unter Verweis auf den "Post" von n/a msmash: "'This Person Does Not Exist' Website Uses AI To Create Realistic Yet Horrifying Faces", auf der Webseite Slashdot (14. Februar 2019), abgerufen am 16. Februar 2019 = <https://tech.slashdot.org/story/19/02/14/199200/this-person-does-not-exist-website-uses-ai-to-create-realistic-yet-horrifying-faces>

303 https://de.wikipedia.org/wiki/StyleGAN#/media/Datei:Woman_1.jpg (gemeinfrei), Abruf 4. Januar 2023

der Epoche des Kalten Krieges. Das Entscheidungsproblem als konstitutives Defizit des Digitalcomputers³⁰⁴ lässt sich erweitern auf die künftigen KI-Herausforderungen.

So gilt auch für das AI-generierte *Portrait of Edmond de Belamy* des Künstlerkollektivs Obvious (Paris): "These visualizations are products of 'chaotic' processes. AI programs operate according to deterministic equations but the individual results are interminable at the point of writing these equations."³⁰⁵

Auf dieses *Entscheidungsproblem* hat Turing 1936 / 37 bereits hingewiesen: Es steht am Ursprung des Digitalcomputers selbst.

Die epistemologische Gretchenfrage der KI lautet: Ist künstliche Intelligenz lediglich eine Imitation, und ihre Technologien eine bloße Modellierung menschlicher Intelligenz zum Zweck, Funktionsweisen des neuronalen Denkens experimentell zu erforschen, oder erweist sie sich in umgekehrter Lesart geradezu als Spiegelbild und Einsicht, dass die scheinbar "natürliche" Intelligenz von Lebewesen selbst schon ein daten- und musterbasierter Mechanismus, der (im altgriechischen Sinn von *mechané* als "List") folgerichtig auch algorithmisch formuliert werden kann? Eine phänomenotechnische (Bachelard) Heuristik aber heißt noch nicht Wesensgleichheit; Medienarchäologie legt den Finger vielmehr in die Wunde der irreduziblen Differenz.

Nun zur Hardware: Waren technische Realisierungen von KI noch explizit in ihrer bloßen Modellhaftigkeit (oder logisch verschalteten Diagrammatik) bewußt. Doch ähnlich, wie in der Moderne der Unterschied zwischen Ereignissen (*res gestae*) und ihrer kulturtechnischen Niederschrift (*historia rerum gestarum*) zunehmend zugunsten eines transzendenten Referenten verschwand, wird nun künstlichen neuronalen Netzen eine eigene Intelligenz unterstellt.

"Fehlfunktionen" als Artikulation des Technológos

"ChatGPT can Create Datasets, Program in R... and when it makes an Error it can Fix that too!", heißt es in einem Eintrag vom 9. Dezember 2022 im Blog Learning Machines, der im Untertitel markant verkündet: "A blog about data, science, and learning machines - like us". Dann weiter: "I asked ChatGPT to create a sample dataset and write some R code to analyze it", und: "When I ran the code, I encountered an error, so I asked

304 Dazu Fazi, *Contingent Computation*, xxx

305 Dissertation Andrew McIntyre, *Posthuman Authorship: Creative Agency, Originality and the Role of Technology in Digital Media*, Universität zu Glasgow, Kapitel 1 (Entwurf)

ChatGPT to fix it [...] After that the code ran without any problems."³⁰⁶ Was aber heißt "Fehler" aus Sicht von komputativer Intelligenz? Frank Rosenblatts Hardware-Realisierung eines Künstlichen Neuronales Netzes "kalkulierte" (buchstäblich) elektronikbedingte Fehler bereits als systemimmanent mit ein. Jenseits der Friktionen, die zwischen Soft- und Hardware, also bei der technischen Implementierung von *computation* in und als *computing* auftreten, gibt es das Entscheidungsproblem in der Theorie der Algorithmen selbst.³⁰⁷ Künstliche neuronale Netze gehen *a priori* von einer Fehlerrate aus, die durch *error backpropagation* minimiert wird - das aus der Medienepisteme der Kybernetik wohl vertraute negative Feedback. In dieser operativen Hinsicht unterscheidet sich der "subsymbolische" - mithin konnektivistische, auf künstlichen neuronalen Netzen basierende - Ansatz von den Verfahren der "symbolischen KI". Und doch gehört auch die subsymbolische KI technologisch noch der symbolischen Ordnung an und vermag sich dem Realen nur asymptotisch anzunähern.

Was einmal im medienarchäologisch strikten Sinne eine Fehlfunktion von Elektronik als Hardware meinte - nämlich der *glitch* - wandert nun in unvorhersehbare Effekte in der jeweiligen Kombination von Algorithmen und *big data*. Bereits Nike sah an die Stelle von Aufsässigkeiten der Materie im künstlerischen Kurationsprozess den Widerstand der Algorithmen treten - was sich indessen nicht ausschließt, denn was dem Computerbild an konkreter soziokultureller Verkörperung in der symbolischen Ordnung abgeht, meldet sich in der technischen MateRealisierung (*sit venia verbo*) analog zu Wort. Gerade die auf den ersten Blick "entstellten Bilder" der KI (etwa Barrads "Aktgemälde") sind damit nicht Resultat von hard- und softwareseitigen *bugs* oder *errors*, sondern unmittelbarer Selbstausdruck ihres Technalógos. Heideggers Unterscheidung von *vorhanden* und *zuhanden* macht auf dies "Auflässigkeit" der Maschine aufmerksam. Gerade die scheinbaren "Fehlfunktionen" der Bildmaschine treibt klassische Kunstgeschichte und Bildwissenschaft gewiß zur Verzweiflung. Künstliche Neuronale Netze kennen keine kulturelle Ikonologie, sondern lediglich mathematische Topologien und verlangen andere Kompetenzen der Nachvollziehbarkeit der involvierten Technologien, etwa der höherdimensionalen Tensoren als Container für Vektor-Matrizen, welche etwa die Pixelwerte von Bildern aus Sicht des Computers darstellen. Damit ist der kalte medienarchäologische Blick der Medienwissenschaft auf solche neuartigen Ikonologien, "Logicons" (Francesco Striano) oder den "Ikonológos der KI", (*sit venia verbo*) aufgerufen. Das "Bild" kehrt vielmehr

306 <https://blog.ephorie.de/chatgpt-can-create-datasets-program-in-r-and-when-it-makes-an-error-it-can-fix-that-too#more-6128>, Abruf 7. Januar 2023

307 Siehe M. Beatrice Fazi, *Contingent Computation: Abstraction, Experience, and Indeterminacy in Computational Aesthetics*, London (Rowman & Littlefield) 2018

auf einer strukturellen Ebene wieder in, denn gerade die für Bildverarbeitung entwickelten Spezialprozessoren (GPUs) wurden zur effizienteren Berechnung hochgradig parallelisierbaren Abläufe des Deep Learning eingesetzt. Was auf den ersten Blick wie ein Missbrauch erscheint, deutet mit epistemisch distanzierterem Blick auf eine tieferliegende Allianz von Bild und Speicher als Koexistenz von Daten im zwei- oder mehrdimensionalen Raum gegenüber radikal zeitbasierten Medien, wie sie bereits G. E. Lessing in seinem 1766er *Laokoon*-Theorem diagnostizierte.

Gegenüber einem gewissen Logo-zentrismus in der aktuellen KI / ML-Diskussion rächt sich die Hard- oder Wetware von KI / ML, von der bereits die ersten Modelle neuronaler Netze bewußt abstrahierten, in den Artikulationen der Artefakte und Glitches der *generative art*. Künstliche Intelligenz wird erst dann zu sich kommen, wenn nicht mehr das humane Modell von Gehirn und Kognition der Materie mit massivem *machine learning* von *big data* aus Sozialen Medien antrainiert wird, sondern dem Logos von Seiten der Materie / Energie Freiraum gewährt wird, wie es ansatzweise bereits in Forschungsprojekten wie *active matter* (HUB) verfolgt wird.

["Explanation methods are a promising approach to leverage hidden knowledge about the workings of neural networks"³⁰⁸ - um den impliziten *Technólogos* von CNNs zu exhumieren.]

KI kommt dann zu sich, wenn die Opposition zwischen Künstlichkeit und Natürlichkeit aufgehoben wird, indem sie mit dem *Biológos* parallel verstanden wird (wie schon das Konzept der mRNA-Impfstoffe in der Epoche der Corona-Viren).

Gegenüber klassischer Ästhetik emergiert Glitch-Art³⁰⁹ als Unterklasse "transformatorischer Kreativität, und damit werden Creative Adversarial Networks (CAN) nicht länger bloß als Normabweichung, sondern als eigenständige *Technopoiesis* identifiziert.³¹⁰

Mario Klingemann, der Medienkünstler der KI-generierten endlosen Portraitgenerations-Maschine namens *Memories of Passersby I*, bevorzugt ausdrücklich jene Momente, in denen Die Maschine das System unterläuft und Figuren zeitigt, welche kein menschlicher Programmierer je vorausgesehen hat. Es sind Algorithmen, welche

308 Maximilian Alber, Software and Application Patterns for Explanation Methods, Kapitel 22 in: Samek et al. (Hg.) 399-433 (421)

309 Siehe Peter Krapp, Noise Channels. Glitches and Errors in Digital Culture. Minneapolis (University of Minnesota Press) 2011

310 Siehe Marian Mazzone / Ahmed Elgammal, Art, Creativity, and the Potential of Artificial Intelligence, in: Arts 2019, vol. 8, issue 1, <https://doi.org/10.3390/arts8010026>

photorealistische Gesichter zeitigen, aber nie ein Vorbild in der gelebten Welt hatten. "They appear to have been dreamed up somewhere deep inside the machine's 'imagination'"³¹¹, doch Achtung, die Maschine kennt kein "Imaginäres" im Sinne Lacans, sondern lediglich die symbolische Ordnung. Tatsächlich wird damit der Begriff der Imagination, den die Kunst (besonders der Romantik) noch gegen die technische Ästhetik ausspielte, damit im Sinne einer buchstäblichen, medienenaktiven "Technoimagination" (Vilém Flusser) zum maschinellen *imaging*. Problematisch aber ist der metaphysische Oberton der zitierten Beschreibung, der gegenüber medienarchäologische Aufklärung nottut.

Ein Problem der Visualisierung des "latent space" aus Gründen der Nachvollziehbarkeit ist die damit verbundene Reduktion n -dimensionaler Vektorräume auf eine jeweils zweidimensionale Fläche. Der Computer *imaginiert* nicht, vermag aber dafür im Unterschied zum Menschen in vieldimensionalen Räumen zu rechnen (Geometrien von Vektoren statt "Bildern").³¹² "[L]atent space interpretation is difficult to achieve. Due to the black-box nature of machine learning models, the latent space may be completely unintuitive."³¹³ "Visualization techniques have been developed to connect the latent space to the visual world, but there is often not a direct connection between the latent space interpretation and the model itself", denn "the latent space is mapped to two dimensions for visualization" (ebd.). Andererseits ist diese Modellierung nicht mehr auf den Platinen respektive im Mikroprozessor identifizierbar: "Latent space distances lack physical units, so the interpretation of these distances may depend on the application" (ibid.).

Was geht da vor sich, wenn aus Datenrauschen in GANs Bilder emergieren?

[Für Poesiemaschinen als Konkretion von generativer Ästhetik hat Max Bense diese Frage in einem Hörspiel gestellt.³¹⁴]

["[...] the understanding of the generator in GANs as a map from latent space (represented in a multidimensional vector) to image space is incomplete. To make better use of GANs, more insight into the generation

311 Arthur Miller, Can machines be more creative than humans?, in: The Guardian (*online*), <https://www.theguardian.com/technology/2019/mar/04/can-machines-be-more-creative-than-humans>, Zugriff 11. März 2017

312 Siehe auch Vilém Flusser, *Ins Universum der Technischen Bilder* [*1985], Göttingen (European Photography) 5. Aufl. 1996

313 https://en.wikipedia.org/wiki/Latent_space, accessed March 22, 2023

314 Max Bense / Ludwig, *Der Monolog der Terry Jo* (Radiohörspiel Saarländischer Rundfunk, September 1968), Skript in: Klaus Schöning (Hg.), *Neues Hörspiel. Texte, Partituren*, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1969

process is required."^{315]}

Doch "due to the black-box nature of neural networks, it is difficult to grasp the intrinsic logic of GANs and the quantitative relationship between dimensions of latent space and the semantic concept of the generated images."³¹⁶ Um diesem *Technólogos* der Generierung von Inhalten aus adversarialen künstlichen neuronalen Netzen auf die Spur zu kommen, wurden von daher Methoden entwickelt, den Einfluss jeder Dimension des latenten Datenraums auf die finalen Resultate nachzuvollziehen - und dies einerseits um des Wissens selbst willen, aber ebenso pragmatisch zur besseren Kontrolle bildgebender KI. Diese Methoden reichen von der manifesten Visualisierung latenter Repräsentation mit Hilfe des von Hinton und van der Maaten entwickelten t-SNE-Algorithmus (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding), der Ähnlichkeiten zwischen Nachbarn eines hochdimensionalen Datenraums in einem dimensionskomprimierten Raum durch *clustering* darstellt. Diese Ähnlichkeiten stehen für den Versuch, "Entfernungen in Wahrscheinlichkeiten umzuwandeln"³¹⁷. Gerade im Kern dieses Visualisierungswerkzeugs stehen indessen wieder die unanschaulichsten symbolischen Maschinen: algebraisches Formelwerk.

Mit dem Stichwort "Wahrscheinlichkeiten" ist zugleich ein Kernelement der Verstehbarkeit von KI / ML aufgerufen. Abgesehen von der nach wie vor anthropozentrischen Frage, ob Chatbots "intelligent" sein können oder gar ein Bewußtsein haben, geht es radikaler Medienarchäologie vielmehr darum, die spezifische Intelligibilität von Maschinen als Zugangschance eines anderen Wissens zu verstehen. Die große epistemische Verschiebung des 19. Jahrhunderts war, dass an die Stelle der philosophischen Frage nach Gewissheiten in der Wissenschaft das (buchstäbliche) Rechnen mit statistischen (das Archiv) respektive stochastischen (Markov) Wahrscheinlichkeiten tritt. Diese andere Wissensästhetik findet ihren angemessenen Ort nun in Mechanismen vom Typus KI / ML. In der akademischen Welt und als Werkzeuge der Wissensschaffung wissenschaftlich kontrolliert eingesetzt, erzeugt ChatGPT schon jetzt wenn nicht neues, so doch neuartiges, nämlich ein den Maschinen eigentümliches Wissen - ein *Technólogos* im erweiterten epistemogenen Sinn.

Es ist gerade ihre Menschenferne, welche genuine Medienästhetik

315 "Impact Statement", in: Ziquiang Li et al., Interpreting the Latent Space of GANs via Measuring Decoupling, published in: IEEE Transactions on Artificial Intelligence, Bd. 2, Heft 1 (Februar 2021), 58-69 (58), doi: 10.1109/TAI.2021.3071642

316 "Introduction", in: Li et al. 2021: 58

317 Webseite Data Scientist, Eintrag "Den t-SNE-Algorithmus in 3 Schritten verstehen", <https://datascientest.com/de/t-sne-algorithmus>, Abruf 23. März 2023

auszeichnet - was keinen Mangel darstellt, sondern eine Chance für andere Einsichten. Und nicht erst in Zeiten Künstlicher Intelligenz: Der Erfinder der Negativphotographie, Henry Fox Talbot, gleich eingangs seiner Veröffentlichung zur "new art of Photogenic Drawing" die technische Autonomie und Menschenferne des physikalischen "Zeichenstifts der Natur": "[...] the plates of this work have been obtained by the mere action of Light upon sensitive paper. They have been formed or depicted by optical and chemical means alone, and without the aid of any one acquainted with the art of drawing."³¹⁸

Gerade weil der Generator eines GAN *en arché* vom Grundrauschen ausgeht - "schaumgeboren" wie Aphrodite, als sukzessiver "order from noise" (von Foerster) - und dann vom Discriminator mittels multipler Backpropagation buchstäblich "kritisch reflektiert" wird, manifestieren sich hier ebenso Analogien wie Differenzen zum menschlich-kulturellen Kollektiv; deren Messung mithilfe visueller „completely automated public Turing test to tell computers and humans apart“ (CAPTCHA) oder anderer Turing-Tests (wie schon der klassische Intelligenz-Test selbst) aber affirmiert nach wie vor die anthropozentrische Perspektive. In der probabilistischen Natur künstlicher neuronaler Netze ist die Fehlergeneration schon angelegt. Doch im Sinne einer hardwarenahen XAI läßt sich auch die Fehlfunktion elementar erden: "Diese Fehler sind berechenbar, ebenso wie der Anteil, den ein einzelnes Neuron an dem Fehler hatte. So wird im nächsten Lern-Durchlauf das Gewicht jedes Neurons so verändert, dass man den Fehler minimiert."³¹⁹

Die soziokulturelle Wissensdimension - Mangel oder Chance für KI / ML?

Künstliche Intelligenz unterscheidet sich insofern von ihrem "natürlichen" Vorbild, als dass jede technische Modellierung des menschlichen Denkens eine Abstraktion darstellt. Das biologische Hirn aber ist bis in seine neuronalen Verästelungen eingebettet in einen metabolischen Körper, wie es die Biokybernetik erforscht. Der *mind* ist nicht schlicht *embodied*, sondern ebenso dessen nonlineare Funktion. Dem Konzept der *embodied AI* zufolge hat der elektronische Computer von daher eine ganz andere Wahrnehmung (respektive *alien phenomenology*, frei nach Ian Bogost) als Menschen - und zugleich verschiebt sich der Begriff des *embodiment* vom Fleisch (oder von der Elektronik) zur Mathematik an sich - eine andere Inkarnation. Mit Technologie wird menschliche Denktätigkeit nicht simuliert, sondern eine originär eigene Denkweise realisiert. Dieser Ansatz unterscheidet radikale Medienarchäologie vom

318 Henry Fox Talbot, *The Pencil of Nature*, London (Longman, Brown, Green and Longmans) 1844, 1

319 <https://datasolut.com/neuronale-netzwerke-einfuehrung>, Abruf 24. Januar 2024

Ansatz der Kybernetik.

Was der Maschine bislang fehlte war ihre nicht nur instrumentale, sondern sensible, rückkopplungsfähige Einbettung in soziokulturelle und kulturhistorische Kontexte. Dies wett zu machen schicken sich die KI-Netze an, indem sie auf Basis der im rechnenden Raum zur Verfügung stehenden *big data* in Sozialen Medien und Wissensforen wie Wikipedia diese kulturellen Eigenheiten schlicht nachahmen - wie ansatzweise in der totalarchivischen Datenbank kunsthistorischer Bilder (von Seiten Mazzone / Elgammal) oder der Hamburger KI musicube für Songs längst realisiert. Jede Emulation aber verbleibt im Gestell des Symbolischen, wenn sie nicht auch die Hard- respektive Wetware mit erfaßt (nach dem Vorbild von DSP und *physical computing*).

FLEISCHLICHE UND TECHNISCHE VERKÖRPERUNGEN

Embodied mind vs. entweltlichte symbolische KI?

[Die von François Roche konzipierte VIAB-Maschine setzt nicht schlicht Software in realer Welt um: "the thinking machine is not another instance of functionalism as it does not simply host a code that instructs it to work in a certain way"; das Protokoll wird vielmehr "challenged by its execution and at the same time each execution cannot simply perform the code but rather needs to transform it"³²⁰. Das strukturelle Defizit von *computation*, nämlich das "Entscheidungsproblem", ist indessen zugleich eine Stärke von *computing* (als *alphabétise*, wie von Jacques Lacan einmal am Rande bemerkt). Searles Gleichnis vom *Chinese Room* betont, dass "[...] the formal symbol manipulations by themselves don't have any intentionality; they are quite meaningless; they aren't even symbol manipulations, since the symbols don't symbolize anything."³²¹]

Das korpor(e)ale Defizit von KI / ML, und deren andere "Inkarnation"

Ein wesentliches Defizit von KI / ML lässt sich benennen. Die anthropomorphe Datenprozessierung namens Maschinelles Lernen ist nicht im Realen körperlicher Sensoren verweltlicht, sondern in einer konkret völlig anders gearteten elektrotechnischen "Poetik" und Mikropolitik der Signalverarbeitung (Rodgers / Sterne 2011) geerdet. Das

320 Luciana Parisi / Stamatia Portanova, Soft thought (in architecture and choreography), in: Computational Culture. A Journal of Software Studies, <http://computationalculture.net/article/soft-thought>, time-stamped November 2011, accessed January 2023

321 John Searle, Minds, Brains and Programs, in: The Behavioral and Brain Sciences, 3. Jg., Heft 3 (September 1980), 417-424 (422)

symbolische Regime der algorithmischen Prozessierung von *big data* im "Deep" Machine Learning ist informationstheoretisch vor dieser Erdung abgeschirmt: Gerade das Digitale verhindert durch sein "kybernetisches Opfer"³²² in der Analog-Digital-Wandlung als Ausfiltern des Rauschens, also der Welt der *unberechenbaren* reellen Zahlen (jenseits der von Turing 1937 definierten Klasse) die konkrete "Verleimung" (Lacan) des Symbolischen mit dem Realen - anders als die elektrochemischen Signalwandlungen im menschlichen Gehirn, das - so betont es ausgerechnet John von Neumanns - vielmehr einen Hybridcomputer aus "analog" und "digital" darstellt.³²³

Noch scheitert KI als statistische Symbolik am Realen. Bereits in der Phase der Corona-Pandemie gab es KI-Werkzeuge, die sich am ständig veränderlichen Problemfeld der Pandemie versuchten. Zwar liessen sich damit Begegnungen von Personen nachverfolgen, "nicht aber haarfein, wie die Pathogene des Corona-Virus in Aerosolen oder Tröpfchen durch die Gegend fliegen und möglicherweise Menschen infizieren" (Kastl 2023). Zwar wurden präzise Bewegungsdaten zur Kontaktnachverfolgung gefordert - aber es waren lediglich Maschinen, die Maschinen verfolgten, nämlich Smartphones untereinander, *via* Bluetooth.³²⁴

Diese tatsächliche Erdung aller KI / ML - auch von ChatGPT - erfolgt vielmehr indirekt und ohne unmittelbaren Eingriff in die symbolische Ordnung algorithmischer Datenoperationen, nämlich in Gestalt ihrer CO2-Bilanz: ihr Ressourcenverbrauch an Strom auf Seiten der Energie, und hardwareseitig in Form seltener Erden samt ihrer Verknüpfung mit prekären Ökonomien.³²⁵

Doch im Kern bleibt alle techno-logische Berechnung ein Problem der "computable numbers" (Turing 1937). In der bisherigen Welt der Hochleistungsprozessoren und GPUs bleibt "Intelligenz" gleich einer Truman Show verfangen in der (endlichen) Berechenbarkeits-Sphäre digitaler *computation*, i. U. zu den polynominalen Kontingenzen des konkret Erlebten oder idiosynkratisch Erlernten. Hierin gründet die Klangfarbe, der Charakter, die Intonation des "lebendigen" Logos, wie er - durch schiere *big data* aus den Sozialen Medien - künstlichen neuronalen Netzen immer nur als Imitation des Menschlichen antrainiert

322 Siehe W. E., Das kybernetische Opfer. Ausgeschlossene Daten, in: Andreas Becker / Saskia Reither / Christian Spies (Hg.), Reste. Umgang mit einem Randphänomen, Bielefeld (transcript) 2005, 27-42

323 John von Neumann, Die Rechenmaschine und das Gehirn, München 1960

324 Dazu W. E., Geistervorlesung. Technikleiche Analyse in Zeiten der Pandemie, hrsg. v. Thomas Fecker & David Friedrich, Glückstadt (vwh Verlag) 2021 (Reihe *Medientheorien*)

325 Dazu Kate Crawford, Atlas of AI. Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence, New Haven (Yale University Press) 2021

werden kann. Medienarchäologie schlägt diesem "Mangel" der Maschine demgegenüber vor, deren Alterität in Sachen "Intelligenz" nicht anthropomorph oder prosopopöietisch zu dissimulieren, sondern mit Blick auf die Verschaltungen eines genuin alternativen *Technológos* produktiv zu machen. Damit ist eine epistemische Nobilitierung und (Erkenntnis-)Wertschätzung der so genannten "Fehler" in KI / ML verbunden, etwa in den Produktion von StyleGAN.

"Inkarnationen" von KI / ML

Die Inkarnationen von KI / ML betreffen sowohl den Logos (also die Mathematik) wie die Technik (also die Hardware) des techno-logischen Gefüges. Warum hier der nahezu theologische Begriff der "Inkarnation"? Weil sich damit sich die Frage nach den konkreten Schnittstellen zwischen Logos und Materie stellt.

["Und das Wort ist Fleisch geworden, und hat unter uns gewohnt" - so das Motto eines im Deutschlandradio am 25. Dezember 2022 übertragenen katholischen Gottesdienstes. Dieses Wort war informatisch längst als binäres *word* lesbar. In der Bioinformatik wird diese Inkarnation buchstäblich konkret.]

Auf der (in der grabungsarchäologischen Metaphorik künstlicher neuronaler Netze) untersten "Schicht" - gleich dem OSI-Modell des Internet - ist dies das elektronisch informierte Silizium, und in der Neurobiologie das konkrete Neuron. *Zwischen* dem menschlichen Hirn und einem künstlichen neuronalen Netz aber steht das operative Diagramm, das zwischen (schaltungs-)logischer Abstraktion und konkreter elektronischer Umsetzung als gedruckter Platine oder IC oszilliert - gleichsam zwischen Geist und Materie (respektive Energie), also techno-logische *ratio* (doppelsinnig wie einst der Ratio Club in London als Versammlungsort von Geistern wie Turing und Ashby).

Möglicherweise "denkt" die Maschine autonom ("for itself"³²⁶) erst dann, wenn ihr Automatismus nicht vollständig ("vor-")programmiert wurde, sondern ihre Physik (vom "Leib" her) mitargumentiert - also Materie nicht nur passiv instrumentalisiert wird, sondern als active *agency* zugestanden wird - als "a rather radical kind of autonomy"³²⁷. Einschlossen wird damit ebenso das (kulturelle) Lernen: die "child machine" laut Turing 1950. Die in Turings Disseration von 1939 skizzierte "oracle machine" ist indessen tatsächlich *gar keine* Maschine mehr: "The

326 Selmer Bringsjord / Paul Bello / David Ferrucci, Creativity, the Turing Test, and the (Better) Lovelace Test, in: Minds and Machines, vol. 11 (2001), 3-27 (16)

327 Bringsjord et al. 2001: 25

idea is that computation *calls* oracle; the oracle itself is not part of the computation"³²⁸ - an den Grenzen der Komputierbarkeit.

[Auch Simulationen sind keine realwertigen (indexikalischen), sondern homomorphe Abbildungen (Zuordnungen / *mapping*) einer Wirklichkeit - und zwar "zumindest" - respektive lediglich "in Bezug auf die zu untersuchenden Funktionen" und lediglich "funktionsgetreu"³²⁹ - gleich der Emulation im gegenwärtigen *computing*.]

Anhand der ersten künstlichen Neuronen hat es John von Neumann höchstselbst betont: Jede technische Modellierung - respektive operative Diagrammatik - stellt lediglich eine reduktionistische Versuchsanordnung respektive "Phänomentechnik" (Bachelard) des eigentlichen medienepistemischen Objekts dar. "Der wesentliche Unterschied ist, dass sich das Modell in einem anderen materiellen Medium als der Forschungsgegenstand selbst manifestiert"³³⁰ - mithin im Konzeptionell-Symbolischen (statt MateRealen). "Es kann hier nach Fox Keller von einem 'model for', im Gegensatz zu einem 'model of', gesprochen werden."³³¹

Die Modellierung des menschlichen Gehirns durch Algorithmen, welche "den Routinen des Gehirns funktional äquivalent sind"³³², gewährt lediglich in Grenzen "Einsicht in die versteckte Arbeitsweise unseres biologischen kohlenwasserstoffbasierten Computers" (ebd.). Die elektronischen Schaltungen dienten einst der bewusst reduktiven forschenden Modellierung, *nicht* der Absicht einer tatsächlichen Emulation des menschlichen Denkens und Fühlens.

Insofern fungiert KI ihrerseits als Analysewerkzeug zur "explainable *human* intelligence"; technikseitig wird sie selbst medienarchäologisch aktiv.

[Der Black Box-Ansatz der Kybernetik bleibt demgegenüber schlicht heuristischer Natur: "We consider a [...] scenario of diagnosing black-box

328 Bringsjord et al. 2001: 21

329 Eintrag "Simulation", in: Lexikon der Kybernetischen Pädagogik 1966: 163

330 Thorsten Kohl, Die Neutronentherapie: Ein Experimentalsystem der Radioonkologie, in: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte, Bd., 40 (2017), 368-392 (379)

331 Kohl 2017: 381, unter Bezug auf; Evelyn Fox Keller, Models of and Model for: theory and Practice in Contemporary Biology, in: Philosophy of Science Bd. 67 (2000), 72-86

332 Oliver Schlaudt, Das Technozän. Eine Einführung in die evolutionäre Technikphilosophie, Frankfurt / M. (Klostermann) 2022, 131

neural networks, where the user can only send queries and read off outputs."^{333]}

Beethovens "10. Sinfonie": KI und / oder gelebte Kontingenz

Zum Ausklang dieser Argumentation tritt an die Stelle der technikhermeneutischen Verstehens das Vernehmen von KI / ML als "acoustic space" - englisch oszillierend in McLuhans Buchtitel *Understanding Media*.

Als medienkünstlerisches Ereignis wurde in einer dritten Stufe von "Digitalisierung" (nach der primären Digitalisierung der Partituren Beethovens und ihrer sekundären Algorithmisierung zur experimentellen *time axis manipulation* in Leif Inges Echtzeit-Komposition *9BeetStrech*) inzwischen eine durch Künstliche Neuronale Netze und ("big") Datafizierung zusammengerechnete 10. Sinfonie Beethovens computerkomponiert, wie sie im Musikarchiv der Partituren nur ansatzweise skizziert vorliegt.³³⁴ Während es für die kombinatorischen Kompositionen von Johann Sebastian Bach noch nahe lag, sie mit symbolischer Künstlicher Intelligenz zu emulieren, erfordert Beethoven subsymbolische KI.

Die primäre Digitalisierung von Beethovens Partituren war bislang scheinbar lediglich eine lediglich technische Form zur besseren (Online-)Verfügbarkeit für die musikwissenschaftliche Forschung. Tatsächlich aber ist ihre KI-Eskalation buchstäblich vom *Technológos* der Digitalisierung *induziert*.

Musikalisch gebildete Zuhörer empfinden die KI-generierte, posthume 10. Sinfonie Beethovens indessen als ideenlos und kalt. Damit ist -noch einmal - ein Kernmomentum der diskursiven Faszination an Deep Machine Learning angesprochen: eine Kritik am Anthropozentrismus der KI-Anwendungen, als sei das selbstverständliche Ziel die Angleichung der Maschine an den Menschen. Tatsächlich entbirgt der Erfolg solcher Angleichungen zugleich ihren Kehrwert, d. h. die Maschinenhaftigkeit *im* Menschen selbst, dessen Intelligenz seit Zeiten der Kybernetik zunehmend als neuronales Netz begriffen wird, als Mechanismus (McCulloch / Pitts). Zum anderen wird die KI erst dann epistemogen,

333 Seong Joon Oh / Bernt Schiele / Mario Fritz, Towards Reverse-Engineering Black-Box Neural Networks, in: Wojciech Samek / Grégoire Montavon / Andrea Vedaldi / Lars Kai Hansen / Klaus-Robert Müller (Hg.), Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning, Cham (Springer Nature Switzerland) 2019, Kapitel 7: 121-145 (121, "Abstract")

334 "Beethovens 'unvollendete' 10. Sinfonie von künstlicher Intelligenz erweitert", <https://www.youtube.com/watch?v=KZcfTWYZE8w>

wenn ihre techno-logische Alterität als produktiv, erkennensfähig und erkenntniswert anerkannt wird. Die medienarchäologische Analyse inszeniert die Andersartigkeit der Maschine geradezu - affirmiert damit aber noch den Wunsch des Menschen, sich als einzigartig zu definieren.

Das "uncanny valley" in der menschenseitigen Wahrnehmung von KI

Die epistemologische Alternative in der Verhandlung von Intelligenz lautet nicht schlicht Mensch oder Maschine; für Wissenswelten brisanter ist der Übergang, der sich im Dazwischen eröffnet. 1970 wurde von Masahiro Mori, einem japanischen Robotiker, das „Phänomen des unheimlichen Tals“ beschrieben.³³⁵ Seitdem "bezeichnet dieser Effekt heute das Phänomen, dass die Akzeptanz einer technisch simulierten, menschenartigen Entität (Roboter, Avatare usw.)" keine stetig monotone Funktion bildet, die mit dem Anthropomorphismus (der Menschenähnlichkeit) dieser Figur steigt, "sondern innerhalb einer bestimmten Spanne einen starken Einbruch verzeichnet. [...] Während man also zunächst annehmen würde, dass Zuschauer oder Computerspieler ihnen dargebotene, menschenartige Figuren umso mehr akzeptieren, je fotorealistischer die Figur gestaltet ist, zeigt sich in der Praxis, dass dies oft nicht stimmt. Menschen finden hochabstrakte, völlig künstliche Figuren mitunter sympathischer und akzeptabler als Figuren, die besonders menschenähnlich bzw. natürlich gestaltet sind."³³⁶

Die kritische Konsequenz daraus lautet - wie schon in der Interfacegestaltung der Mensch-Computer-Interaktion - keine Dissimulation, sondern geradezu Verstärkung der Differenz.

Hier kommt nun E. T. A. Hoffmanns Phantasiestück *Der Sandmann* von 1816 ins Spiel, die sich nicht von ungefähr im akademischen Feld abspielt und damit daran erinnert, dass Wissenswelten nicht nur anfällig für Automatisierung sind, sondern techno-logisch geradezu dazu einladen. Was bei Hoffmann noch Hardware ist, nämlich der Android der Olimpia (erschaffen vom einem Physikprofessor, der sich als ihr Vater ausgibt und sie in die akademische Gesellschaft einführt, wo sich der Student Nathanael in sie verliebt), wird in Form von KI aktuell zur Software.

Sigmund Freuds Aufsatz über "Das Unheimliche"³³⁷ ist eine konkrete Deutung von Hoffmanns Automatenphantasie und stellt fest: "... everything is uncanny that ought to have remained hidden and secret, et

335 Masahiro Mori, "The uncanny valley", *Energy*, vol. 7, no. 4, pp. 33-35, 1970

336 https://de.wikipedia.org/wiki/Uncanny_Valley, Abruf 6. März 2023

337 In: *Imago*, Bd. V (1919)

yet comes to light."³³⁸ Genau in diesem Sinne bedarf es einer medienarchäologischen (Auf-)Klärung, gegenüber der Endlosigkeit geisteswissenschaftlicher Hermeneutik, welche dieses Unheimliche nur endlos vervielfacht. Der aus naturwissenschaftlicher Forschung und objektnaher Analyse vertraute Weg dazu heißt nach wie vor: Öffnung der Black Box, ganz so, wie ein Blick in die Automate Olimpia die anthropomorphe Anschauung durch ein mechanisches Räderwerk radikal entzaubert - an dessen Stelle im Falle von KI / ML Verkettungen von / als Algorithmen stehen. Denn noch gibt es Code - und zwar so sehr, dass er von den meisten mit KI / ML befaßten Unternehmen nicht überprüfbar gehalten wird, nicht *open source*.

338 Freud 1919, übers. Alix Strachey "The 'Uncanny'" = <https://web.mit.edu/allanmc/www/freud1.pdf>