

Wird die Kunst digital?

Mattis Kuhn, Juni 2020.

Einleitung

Anfänglich hatte ich mir vorgestellt, über Entwicklungen in den »digital-basierten Künsten« zu referieren. Doch im durch das Goethe-Institut aufgesetzten Vertrag ist von einem Beitrag meinerseits über »Digitale Entwicklungen in den Künsten« die Rede und dem möchte ich gerne nachkommen. Nicht aus einem Pflichtgefühl heraus, vielmehr weil das Thema in dieser Formulierung breiter angelegt ist (es schließt auch nicht-digital-basierte Kunst ein und kann darüber hinaus auch auf Distribution und Rezeption ausgeweitet werden) und weil das Thema so auch eine Forschungsfrage beinhaltet: Welche Entwicklungen des Digitalen werden in der Kunst (nach-)vollzogen? Wird die Kunst digital?

Was ist hier mit dem *Digitalen* gemeint? Zunächst: Auch wenn es in vielen Bereichen sinnvoll ist, zwischen analog (kontinuierlich) und digital (wertdiskret codiert) zu unterscheiden, entsteht dieser Text in der Auffassung, dass wir in einer Post-Digitalen Zeit leben.¹ Digitale Artefakte und Prozesse sind so sehr in unsere Lebenswelt – und quasi *in* uns² – integriert, dass wir auf sie angewiesen sind, um in dieser von uns konstruierten Lebenswelt zurecht zu kommen. Damit ist ihr Gebrauch so ubiquitär geworden, dass er normal ist. Mehr noch – auch das vermeintlich Analoge enthält Spuren des Digitalen. Wir finden das Digitale demnach nicht nur in Form von tatsächlich wertdiskret gespeicherten Daten (Videos, digitale Bilder, Soundfiles etc.) oder in wertdiskret gesteuerten Prozessen (Interaktive Installationen, VR, AR etc.) noch in aus diesen Daten oder Prozessen hervorgehenden analogen Phänomenen (Prints, 3-D-Drucke, von Robotern erstellte Bilder etc.), sondern es schreibt sich auch in *rein analoge* Artefakte und Prozesse ein.³ Es ist leicht möglich, Spuren des Digitalen (allerdings vornehmlich Spuren unserer Interfaces, also der Schnittstellen zwischen den rein digitalen Codes der Maschinen und der analogen Außenwelt) in analogen Kunstwerken wie etwa Malereien oder Skulpturen zu identifizieren. Hier wird klar, dass die Trennung zwischen analog und digital häufig künstlich ist.

“Nicht die augenfällig digital animierten künstlerischen Arbeiten sind daher notwendig die im Kern »digitalsten«, sondern vielmehr diejenigen, die die Digitalität in der Signatur der Gegenwart aufspüren, die sich durch alle

¹ »Post-Digital« oder »Post-Internet« bezeichnet die umfassende Durchdringung der Welt durch das Internet und eine Auflösung der Grenze zwischen On- und Offline. Siehe Himmelsbach, Sabine: „Poetics and Politics of Data. Die Ambivalenz des Lebens in der Datengesellschaft“, in: Himmelsbach, Sabine und Claudia Mareis (Hrsg.): *Poetics and Politics of Data. Die Ambivalenz des Lebens in der Datengesellschaft*, Basel: Christoph Merian Verlag 2015, S. 25–41, hier S. 32. Geert Lovink formuliert, dass die Digitalisierung in Deutschland abgeschlossen sei. Lovink, Geert: „Jenseits von Sad by Design“, Frankfurt am Main, 05.03.2020 (Vortrag)

² Siehe die Extended Mind Theorie, bspw. in Clark, Andy und David Chalmers: „The extended mind“, *Analysis* 58.1 (1998), S. 7–19. Die Extended Mind Theorie besagt, dass nicht alle kognitiven Ereignisse im Körper oder gar Gehirn stattfinden, sondern dass die Kognition ausgeweitet ist auf Körper und Umwelt.

³ Sehr offensichtliche Beispiele: *Face Detection* (2018) Reich, Johanna: „Face Detection“, 2018, http://johannareich.com/mies_portfolio/face-detection (zugegriffen am 22.06.2020). *Non facial portrait* (2018) Kimyonghun, Shinseungback: „Non facial portrait“, 2018, http://ssbkyh.com/works/nonfacial_portrait (zugegriffen am 22.06.2020).

Produktionsformen zieht, ihre Erkennbarkeit, ihre Wiederholbarkeit und vor allem ihre soziale Tragweite bestimmt.”⁴

In einer Auseinandersetzung mit den digitalen Entwicklungen in den Künsten geht es also nicht zwingend um digital existierende/ erzeugte Artefakte, sondern vielmehr um eine Auseinandersetzung mit den Eigenschaften des Digitalen – wobei mit dem Digitalen eigentlich das *Formalisierte* gemeint ist. Dies wird besonders deutlich auf dem Gebiet, wo die größte Angst vor der »Digitalisierung« besteht: dem Arbeitsmarkt. Was hier unter dem Begriff Digitalisierung verhandelt wird, ist genau genommen Formalisierung: Die Formalisierung von menschlichen Arbeitsschritten, sodass sie von Maschinen in Form von Algorithmen oder mechanischen Bewegungen ausgeführt werden können. Digitalisierung hingegen bezeichnet lediglich die Transformation von einem konkreten kontinuierlichen Phänomen in diskrete Werte eines Zahlensystems. Aus Gründen der Praktikabilität verwenden wir ein binäres Zahlensystem.

Zunächst eine kurze Bestimmung dessen, worauf hier die Begriffe *Formalisierung* bzw. *Formale Systeme* referieren. Formale Systeme haben ihren Ursprung in der Logik, entsprechend sind sie am reinsten, wenn sie innerhalb der Logik, der Mathematik oder der Informatik existieren. Algorithmen sind ein naheliegendes Beispiel. Sie beschreiben eine Beziehung, die durch die Ausführung regelbasierter Schritte hergestellt werden kann. Das formale System (wie gesagt bspw. ein Algorithmus) ist losgelöst von seinem ursprünglichen Referenzobjekt und befreit von konkretem Inhalt. Es ist auch befreit von Individualität und Subjektivität, d.h. unabhängig von der Person oder Maschine, die damit operiert. Andere Beispiele für formale Systeme sind unsere Sprache, Verkehrsregeln und Rechtssysteme.⁵ Allerdings sind diese formalen Systeme weniger exakt, da sie mitunter interpretationsbedürftig sind. Jüngere einflussreiche formale Systeme, die in diesem Text noch eine Rolle spielen, sind soziale Netzwerke. Diese Systeme existieren unabhängig von den konkreten User*innen und deren Aktivitäten als eine formale Struktur. Über diese Struktur können User*innen miteinander verbunden werden und in vorgegebenen Rahmen handeln. Einerseits entstehen durch diese Struktur neue Möglichkeiten (bspw. entstand durch Twitter eine neue Form der Kommunikation), andererseits definiert sich die Struktur dadurch, Möglichkeiten zu begrenzen (bspw. in Form der Länge von Nachrichten). Das *Digitale* bezeichnet also lediglich die Form, in welcher Informationen existieren, *Formale Systeme* beschreiben die Prozesse, durch welche mit diesen Informationen operiert wird.

Es ist problemlos möglich eine Reihe von Eigenschaften des Formalen (umgs. Digitalen) aufzuzählen, die häufig in einem schlechten Licht erscheinen: der reduzierte Blick auf eine quantifizierte Welt, der Ausschluss von Mehrdeutigkeiten, die Anwendung allgemeiner statt individueller Entscheidungskriterien – alles errechnet durch Abstraktion und Formalisierung. *Wird die Kunst digital?* fragt vor diesem Hintergrund: schreiben sich formale Systeme in unser Denken und unsere Produktion, Distribution und Reflexion von ästhetischen Artefakten ein? Der Text fragt also genau genommen *Wird die Kunst formalisierbar?*, d.h. realisierbar auf Basis von formalen Systemen. Quetschen wir Kunstwerke in komprimierende Strukturen formaler Systeme? Versuchen wir das künstlerische

⁴ Stakemeier, Kerstin: „Krise und Materialität in der Kunst: über Formwerdung und Digitalität“, in: Witzgall, Susanne und Kerstin Stakemeier (Hrsg.): *Macht des Materials - Politik der Materialität*, Zürich 2014, S. 185–198, hier S. 194.

⁵ Diese Beispiele stammen von Holling, Eggert und Peter Kempin: *Identität, Geist und Maschine*, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 1989, S. 91.

Tun zu zähmen und in allgemeine Regeln zu überführen? Können die so geschaffenen Formalismen in außerkünstlerische Bereiche überführt werden? Tritt die vermeintlich objektive quantitative Bewertung von Kunst an die Stelle der subjektiven qualitativen Bewertung?

Die Themen, die ich mir für diese Fragestellung herausgegriffen habe, sind *Quantitative Einflüsse*, *Einschreibung des Formalen*, *Das Besondere/ Individuelle/ Diverse*, *Urteilsfähigkeit*, *Synthetisierte Alternativen* und *Formale Kreativität*. Die Menge an Themen legt nahe, dass es um eine Darstellung von verschiedenen Aspekten geht und nicht um eine möglichst umfassende Auseinandersetzung mit einem einzelnen Unterthema. Dabei wird es auch um eine Wertung der Formalisierung gehen: Wenn Tendenzen der Formalisierung der Kunst aufgezeigt werden können – sind diese tatsächlich nur negativ oder wirken sie sich auch positiv aus?

Quantitative Einflüsse

Eine wesentliche Stärke von formalen Systemen zur Steuerung unserer Alltagswelt ist die Vernetzung von Individuen. Wir erleben dies besonders bei sozialen Netzwerken/ Medien. Aktuell sehen sich viele Kulturinstitutionen gezwungen, ihre Inhalte online zur Verfügung zu stellen. Vermutlich wird diese Entwicklung weiter fortbestehen und ausgeweitet. Natürlich geht es nicht darum, mittels Online-Angebot die physische Präsenz zu ersetzen, aber eine kostenlose, leicht und großflächig zugängliche Ergänzung zu bieten. Die Frage ist dann: Wird sich Kunst bereits in ihrer Produktion dahin gehend ändern, dass sie leichter im Internet präsentiert und rezipiert werden kann? Dies erfolgt beispielsweise dann, wenn Farbtöne hinsichtlich ihrer Darstellungsqualität auf Bildschirmen ausgewählt werden⁶ oder Bilder in der Produktion den Bildformaten der Präsentationsumgebung (beispielsweise quadratische Formate auf Instagram) angepasst werden.

Eine Arbeit, die sich mit der Online-Präsentation von Kunst und deren algorithmischer Analyse auseinandersetzt ist *CAD Conspiracy: Pattern Recognition in Contemporary Art* (2019) von Bahar Noorizadeh und Mahan Moalemi in Zusammenarbeit mit dem Programmierer Chris Tegho.⁷ Ein künstliches neuronales Netz (ein Generative Adversarial Network (GAN)) wurde mit 60.000 Ausstellungsfotos von contemporaryartdaily.com trainiert um eigene fiktive Ausstellungsfotos zu generieren. Damit fragen sie unter anderem, wie eine formale Struktur wie Contemporary Art Daily und unsere Werkzeuge zur Analyse der Welt aktiv rückwirken und die Produktion der Wirklichkeit verändern. Noch direkter wird die algorithmisch bedingte Kunstproduktion in der Arbeit *Predictive Art Bot* (2015-18)⁸ von DISNOVATION.ORG thematisiert. Ein Algorithmus extrahiert Schlüsselworte aus aktuellen Newsfeeds und generiert daraus Konzepte für mögliche Kunstwerke.

Was online gestellt und konsumiert wird, lässt sich quantitativ auswerten. Bspw. können wir Klickzahlen, das Teilen und Liken von Inhalten, das Verhalten beim Anschauen eines Videos etc. analysieren. Schnell fließt dies auch (wenn auch nur unbewusst) in die Kunst ein. Während es früher eher nicht erlaubt war, in Ausstellungen zu fotografieren,

⁶ Sanchez, Michael: „2011: Art and Transmission“, *Artforum International* Summer (2013), S. 294–301, hier S. 297. Sanchez thematisiert auch das Rezeptionsverhalten bei Contemporary Art Daily.

⁷ Noorizadeh, Bahar, Mahan Moalemi und Chris Tegho: „CAD Conspiracy: Pattern Recognition in Contemporary Art“, 2019, <https://www.baharoorizadeh.com/#/cad-conspiracy-pattern-recognition-in-contemporary-art/>.

⁸ DISNOVATION.ORG: „Predictive Art Bot“, 2015, <http://disnovation.org/pab.php> (zugegriffen am 18.06.2020).

wird mittlerweile quasi darum gebeten. Für die Online-Wirksamkeit einer Ausstellung schadet es nicht, einige Social Media Spots zu haben, die sich von Besucher*innen gut fotografieren und teilen lassen. Inhaltlich völlig verschiedene Arbeiten können hier auf einer formalen Ebene exakt zueinander in Beziehung gesetzt werden: Zahlenwerte von Variablen wie Views, Likes und Shares geben *eine* Ebene der Wirksamkeit von Kunstwerken zweifelsfrei wieder.

Stefan Heidenreich fordert in seinem Artikel »Schafft die Kuratoren ab!«⁹ eine Demokratisierung des Kuratierens von Ausstellungen. Potentielle Besucher*innen sollen, wie sie es aus sozialen Medien gewohnt sind, mit ihren eigenen Interessen auf das einwirken können, was sie später rezipieren werden. Per se kann das eine Chance sein, aber natürlich können auch hier Mechanismen formaler Systeme greifen, die womöglich nicht erwünscht sind: es kann leicht geschehen, dass so nicht die künstlerische Qualität oder die gegenwärtige Relevanz eines Kunstwerks über dessen Sichtbarkeit entscheiden, sondern lediglich die Größe des Netzwerks der Künstler*innen ausschlaggebend ist.

Der Aspekt der quantitativen Einflüsse könnte ergänzt werden durch eine Auseinandersetzung mit dem Kunstmarkt, in welchem Analysetools und Rankings zunehmend eine wirklichkeitskonstruierende Funktion einnehmen. Ein weiteres Beispiel, aus dem Bereich der Literatur, sind algorithmische Lektoren, die den wahrscheinlichen Erfolg eines Manuskripts berechnen und dadurch maßgeblich über dessen tatsächlichen Erfolg entscheiden. Tendenzen zur Formalisierung finden sich auch in der künstlerischen Ausbildung: "Wir brauchen Künstlerinnen mit Werk, nicht Künstlerinnen mit Biographien, die unter Gesichtspunkten gesteigerter Leistungsausweise oder akademischer Zeugnisse optimiert werden."¹⁰

Einschreibung des Formalen

Technische Entwicklungen bilden neue Möglichkeiten künstlerischer Praxis, sie haben aber auch Einfluss auf diese und reduzieren die künstlerische Unabhängigkeit. Aus der leichten Zugänglichkeit zu Soft- und Hardware ergibt sich, dass heute eine Vielzahl an Künstler*innen Software verwenden, um ihre Arbeiten zu realisieren. Meist wird die Software nicht selbst geschrieben, d.h. die Künstler*innen müssen mit dem arbeiten, was sie von Firmen oder durch Communities zur Verfügung gestellt bekommen. Software wirkt sich dabei auf die entstehenden Artefakte aus, schreibt also mit am Werk.

Das Modifizieren von Software ist häufig nicht vorgesehen oder wird mittels Design unterbunden. Olia Lialina zeigt in ihrem Vortrag »end-to-end, p2p, my to me«,¹¹ dass Websites in den Anfängen des Internets relativ frei und persönlich (und dilettantisch) gestaltet wurden, wohingegen mittlerweile meist auf Gestaltungsvorlagen und Content Management Systeme zurückgegriffen wird. Diese Vorlagen oder Frameworks sind formale Strukturen, deren Variablen (Farbtöne, Schriftarten, etc.) in vorgegebenen Rahmen

⁹ Heidenreich, Stefan: „Schafft die Kuratoren ab!“, *ZEIT* (21.06.2017), <https://www.zeit.de/2017/26/ausstellungen-kuratoren-kuenstler-macht> (zugegriffen am 27.05.2020).

¹⁰ Reck, Hans Ulrich: „Wenige letzte Bemerkungen zu: Kunst im Dienste der Formalisierung, Unruhe, Radikalität, Multiperspektivität gegen identitäre Okkupation, zuletzt: ‚Nur Mut‘“, *Journal der Kunsthochschule für Medien Köln* 12 (2020), S. 3–13, hier S. 4, https://e-publications.khm.de/files/216/KHM-Journal_12_2020ePub.pdf.

¹¹ Lialina, Olia: „end-to-end, p2p, my to me“, Berlin, 31.01.2020 (Vortrag), <https://www.youtube.com/watch?v=eHyn3sKNdA8> (zugegriffen am 28.05.2020).

verändert werden können und mit konkreten Inhalten (wie Bildern, Videos, Texten) gefüllt werden können. Die individuellen Ausdrucksmöglichkeiten sind hierbei stärker begrenzt und entsprechend ähneln sich die Websites. Auf Social Media Plattformen ist diese Reglementierung ebenfalls integriert.

Aber auch Algorithmen schreiben sich in die Artefakte ein. Im Bereich der KI-basierten Kunst arbeiten die meisten Künstler*innen derzeit mit den gleichen Frameworks und Algorithmen. Vor allem sind dies das von Google entwickelte Machine Learning Framework Tensorflow, der von Ian Goodfellow et al. entwickelte GAN-Algorithmus oder das von Phillip Isola et al. entwickelte Image-to-Image (Pix2Pix) Verfahren. Entsprechend entstehen Ähnlichkeiten zwischen den Arbeiten. Zwei augenscheinliche Beispiele:

Algorithmen zur Berechnung von neuronalen Netzen auf GPUs arbeiten effektiver mit quadratischen Matrizen. In Bezug auf Bildverarbeitung bedeutet dies, dass quadratische Bildformate sich schneller berechnen lassen. Alle einschlägigen Tutorials arbeiten mit quadratischen Bildern und auch viele Outputs, sei es in der bildenden Kunst oder bspw. in Musikvideos erscheinen plötzlich in quadratischen Bildformaten.

An vielen mittels GAN-Algorithmen generierten Bildern kann ersichtlich werden, wie sich durch die Formalisierung Artefakte bilden können, die keinen direkten Ursprung in der Welt haben. GANs werden mit einem Datenset an Bildern trainiert, um ähnlich aussehende Bilder synthetisch zu erzeugen. Dabei entstehen häufig Muster in verschiedenen Texturen (meist schachbrettartig oder diagonal verlaufend), die unabhängig von den Bildern des Datensets sind, also aus den Algorithmen selbst hervorgehen. Diese Texturen lassen sich in vielen verschiedenen künstlerischen Arbeiten identifizieren, so dass direkt auf die Herstellungsweise rückgeschlossen werden kann.

Software wird geschrieben, um bestimmte Funktionen zu erfüllen. Zunächst schließt sie damit andere prinzipiell ebenfalls mögliche Funktionen aus. Das heißt, sie definiert sich durch eine Minimierung des Möglichkeitsraumes.¹² Durch das Interface wird den User*innen zusätzlich auch eine intendierte Nutzung der Funktionen ans Herz gelegt. Die Künstlerin Elisabeth Caravella thematisiert dies in ihrer Arbeit *Howto* (2014).¹³ Sie präsentiert in einer Videoanleitung eine Software zur Gestaltung dreidimensionaler Textkörper. Im Zentrum steht einerseits, wie das Design der Software (hinsichtlich der Funktionen und des Interfaces) den mit dieser Software erzeugten Output mitbestimmt, andererseits entwickelt diese Software ein Eigenleben, entzieht sich teilweise der Kontrolle der User*innen und schreibt selbst an dem Output mit.

Aber es ist nicht nur direkt die Software, die sich in die künstlerische Arbeit einschreibt, auch menschliche Handlungen schreiben sich (mittels formaler Systeme) in die Arbeit ein. Elisabeth Caravella greift mit ihrer Arbeit das Genre der »How To«-Video-Tutorials auf. Diese sind für viele Künstler*innen, die mit digital-basierten Tools arbeiten, eine wichtige Anlaufstelle, um sich nötige Fähigkeiten im Umgang mit Software anzueignen. Auch wenn diese »How-To«-Anleitungen selbst keine formalen Systeme sind, nutzen (und verstärken) sie eine essentielle Funktionslogik formaler Systeme: Um sie zu benutzen muss nicht verstanden werden, warum sie funktionieren, sondern lediglich gewusst werden, wie sie anzuwenden sind. Der Mensch wird hier quasi zum ausführenden Organ einer Abfolge

¹² Siehe Trogemann, Georg und Jochen Viehoff: CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik, Wien: Springer 2005, S. 73. Siehe Simondon, Gilbert: Die Existenzweise technischer Objekte, Zürich: diaphanes 2012

¹³ Caravella, Elisabeth: „Howto“, 2014, [http://elisabethcaravella.com/howto-\(2014\).html](http://elisabethcaravella.com/howto-(2014).html).

von Handlungsschritten. Die künstlerische Arbeit sollte natürlich darüber hinaus gehen, wird aber dennoch von diesen Tutorials geprägt. Davon spricht Jaakko Pallasvuo in seiner Videoarbeit *Soft Body Goal* (2017):

“Every art student does bad 3D these days. What is so special about what I am trying to do? I think I am just trying to learn these skills. There is something about, I don’t know, I feel like I’m constantly missing out on something like I’m not in one some kind of conversation or like alive. It’s happening elsewhere. And the only thing then makes me feel less conflicted or confused or melancholic about that is learning new skills, acquiring new skills.”¹⁴

Wie bereits gesagt schreiben sich Tools in die Arbeiten ein. Neigen wir dazu, uns ständig mit neuen Tools zu beschäftigen, anstatt vorhandene Möglichkeiten ausgiebig zu erlernen und auszureizen? Geben dann die Tools vor, was aus künstlerischer Perspektive getan wird?

Ein weiteres wesentliches Element aus der Arbeit *Howto* von Caravella ist die Spiegelung des eigenen Selbst in der Interaktion mit Software. Sowohl in der Anwendung als auch mehr noch in der Programmierung schreiben zunächst wir Menschen uns in formale Systeme ein (wir erzeugen sie). Im nächsten Schritt schreiben sich die formalen Systeme in uns ein. Es findet eine permanente wechselseitige Einschreibung von Mensch und Maschine statt.

“Technik im Allgemeinen und Programmierung im speziellen sind Projektionen menschlichen Denkens in die Umwelt. Die technisch materialisierten Gedanken begegnen uns als eigenständige Objekte wieder und wirken auf uns zurück.”¹⁵

“Der Mensch macht sich somit in den verselbständigten Algorithmen einen Teil seines eigenen Denkens zum Objekt und wird dadurch zu einer Neudefinition seiner Identität gezwungen [...]”¹⁶

Das Besondere/ Individuelle/ Diverse

Aspekte zum Besonderen (oder vielmehr dessen Verlust) wurden bereits in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt: Quantifizierung, Templates, Content Management Systeme, Verwendung der gleichen Software. Im Folgenden geht es um statistische Verfahren in neuronalen Netzen.

Algorithmen sind formale Systeme, d.h. sie abstrahieren vom Einzelfall auf das Allgemeine. Das ist nicht neu, aber im Zuge der aktuellen Einbettung von Maschinellen Lernen in unsere Alltagswelt wird dieser Umstand durch anknüpfende Diskussionen in der Öffentlichkeit wahrgenommen. Viele der aktuellen industriellen und auch künstlerischen Anwendungen von Maschinellen Lernen basieren auf riesigen Datensets. Ein Datenset besteht aus einer Menge von einzelnen Daten (z.B. Bilder oder Texte), die einen abgegrenzten Bereich der Welt repräsentieren (nicht objektiv). Der Begriff *set* (dt. Menge) impliziert

¹⁴ Pallasvuo, Jaakko: „Soft Body Goal“, 2017, <https://vimeo.com/218131941>.

¹⁵ Trogemann/Viehoff: CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik, S. 37.

¹⁶ Holling/Kempin: Identität, Geist und Maschine, S. 15.

eine Ähnlichkeitsbeziehung zwischen den einzelnen Daten. Diese Ähnlichkeiten, also Muster, sollen algorithmisch extrahiert werden. Mit einer statistischen Analyse tausender einzelner Daten zur Extraktion der Ähnlichkeiten geht eine Verallgemeinerung und Missachtung des Besonderen einher.

Hierzu möchte ich kurz die Arbeit *Infinite Skulls* (2019)¹⁷ von Ronan Barrot & Robbie Barrat vorstellen. Ronan Barrot malt seit vielen Jahren kleinformatige Ölbilder mit je einem menschlichen Schädel. Für die Kooperation mit Robbie Barrat wurden 450 dieser Bilder digitalisiert und zu einem Datenset zusammengestellt, welches als Trainingsmaterial für ein neuronales Netz zur Bildsynthese (in diesem Fall ein GAN) genutzt wurde. Das neuronale Netz abstrahiert von den individuellen Bildern auf allgemeine Texturen, welche in den Variablen des Netzes repräsentiert werden. In einem zweiten Schritt können diese Repräsentationen realisiert werden, d.h. wieder in Bilder rückübersetzt werden.

Wie gesagt arbeiten Algorithmen des Maschinellen Lernens, wenn es auf großen Datenmengen basiert, mit statistischen Verfahren. Sie sind sehr gut darin, gemeinsame Merkmale zwischen verschiedenen Daten zu extrahieren und zu codieren. Dies funktioniert, weil sie ebenso gut darin sind, besondere Merkmale zu ignorieren. Mich interessiert hier ein Merkmal aus dem Bild #81 der Serie *Infinite Skulls*. Darin ist der von Barrot gemalte Schädel großflächig mit einem roten X durchgestrichen. Möglicherweise ist es das einzige der 450 Bilder, welches ein solches X zeigt. Dieses besondere Merkmal – für uns Betrachter*innen unverkennbar – ist für das neuronale Netz quasi nicht erkennbar. Darüber was den Maler zu diesem besonderen Bild bewegt hat, lässt sich spekulieren, aber es ist ziemlich wahrscheinlich, dass diese Entscheidung nicht auf Basis von Statistik entstanden ist.

Urteilsfähigkeit

Ein künstliches neuronales Netz welches zur Synthese trainiert wurde und die gelernten Informationen in hunderttausenden oder einigen Millionen Parametern verteilt gespeichert hat, beinhaltet einen riesigen Raum potentieller Artefakte. Dieser Möglichkeitsraum wird auch *latent space* genannt.¹⁸

Ein solcher Raum existiert auch für die eben beschriebene Arbeit *Infinite Skulls*. Natürlich sind sich darin unüberschaubar viele Bilder so ähnlich, dass sie mit menschlichem Auge nicht unterschieden werden können. Dennoch existieren virtuell sehr viele deutlich unterscheidbare Bilder. Deutlich mehr, als von den Künstlern präsentiert werden können. Hier unterscheidet sich die künstlerische Praxis von der der *eigenhändigen* Bildproduktion. Im Vordergrund steht ab einem gewissen Zeitpunkt der Bildproduktion nicht mehr die Arbeit am Bild, sondern die kuratorische Auswahl einiger weniger Bilder aus einer riesigen potentiellen Menge an Bildern.

Das Bewerten/ Beurteilen von digitalen Artefakten wird also vielfach wichtiger als die eigenhändige Produktion. Natürlich ist es auch bei eher händischen Herstellungsweisen wie etwa dem Zeichnen nötig, dass eine Künstlerin ihr Tun zwischendurch oder am Ende beurteilt. Anders ist der bewusste Versuch, Kunst zu erzeugen nicht möglich. Dennoch

¹⁷ Barrot, Ronan und Robbie Barrat: „Infinite Skulls“, 2019.

¹⁸ Eine beispielhafte Arbeit zur Exploration dieses Bildraumes: Elwes, Jake: „Latent Space“, 2017, <https://www.jakeelwes.com/project-latentSpace.html>.

ist der Auswahlprozess ein anderer als wenn so viele Bilder potentiell zur Verfügung stehen.

Natürlich werden auch an Rezipient*innen neue Herausforderungen der Urteilsfähigkeit gestellt. Wenn Kunstwerke mittels digitaler Technik umgesetzt werden, ist es häufig (gerade im Bereich der KI-basierten Kunst) so, dass der technische Hintergrund oder der Produktionsprozess des Artefakts ein wesentlicher Bestandteil des Werks selbst ist. (In der Arbeit von Elisabeth Caravella *ist* der Produktionsprozess quasi das Werk.) Es lässt sich also bei Weitem nicht alles über das Werk aus diesem heraus erschließen, hingegen sind zusätzliche Informationen und vor allem deren (technisches) Verständnis nötig.

Doch gerade bei Kunst mit digitalen Medien geht es häufig nicht nur um eine Beurteilung der Artefakte nach ästhetischen Gesichtspunkten. Kunstwerke werden von uns genutzt um einen Zugang zu Technik zu bekommen und uns ein Urteil über diese bilden zu können. Aktuell lässt sich das vor allem an KI sehen. Wir erleben, dass die Technik eine große Gestaltungsmacht mit sich bringt, aber den meisten Menschen fällt es schwer, sich ein fundiertes Urteil zu bilden. Die Einen sehen in ihr bloß statistische Auswertungen von tausenden Daten ohne jegliche Form von Intelligenz, die Anderen stimmen uns ein auf eine maschinelle generelle Intelligenz oder gar eine Superintelligenz. Natürlich entsteht da (sollte es zumindest) das Verlangen, sich selbst ein Urteil bilden zu können.

Synthetisierte Alternativen

Was erwarten wir von Kunst? Eine Möglichkeit wäre – in Bezug auf den vorangegangenen Absatz – dass durch die kritische Auseinandersetzung mit einem Gegenstand eine Veränderung der Welt- und Selbstsicht ermöglicht wird, die dann zukünftiges Handeln prägt: „Auch wenn Urteile sich auf Gegenwärtiges beziehen, gestalten sie zukünftiges Verhalten.“¹⁹

Ist uns dies zu indirekt? Sind wir ein Stück weit gesättigt an Kritik? Wir alle wissen um Probleme wie die Monopolisierung im Tech-Bereich, die Missachtung von Datenschutz und Privatsphäre, den von unserer Lebensweise verursachten verschwenderischen Ressourcenverbrauch, soziale Ungleichheiten usf. Doch das Wissen oder Kritisieren alleine ändert nichts. Wir benötigen alternative Erzählungen, alternative Handlungsmöglichkeiten. Ist es die Aufgabe der Kunst, diese Möglichkeiten aufzuzeigen bzw. zu gestalten?²⁰

Neben der Analyse liegt eine zweite wirkmächtige Kompetenz algorithmischer Systeme in der Synthese. Denn sie reduzieren nicht nur konkrete Phänomene auf Quantifizierbares, sondern durch die Rückbindung des errechneten Artefakts in die Welt entsteht etwas Neues, mitunter etwas Besonderes.²¹

“Programme, als Realisierungen formaler Systeme, modellieren zunehmend nicht mehr nur Teilaspekte der Wirklichkeit, sondern erzeugen ihre eigenen Wirklichkeiten. Computer entwickeln sich verstärkt vom Werkzeug der Analyse

¹⁹ Menke, Christoph: Die Kraft der Kunst, Berlin: Suhrkamp 2013, S. 58.

²⁰ Dies wäre nicht eine Aufgabe speziell der Kunst. In vielen Disziplinen wird aktuell nach alternativen Handlungsmöglichkeiten gefragt.

²¹ Siehe Trogemann, Georg: „Die Fülle des Konkreten am Skelett des Formalen. Über Abstraktion und Konkretisierung im algorithmischen Denken und Tun“, 2014, http://georgtrogemann.de/wp-content/uploads/2016/02/Trogemann_Fu%CC%88lleDesKonkreten-2014.pdf.

zum Mittel der Synthese. Die Maschine begnügt sich nicht länger mit der Beschreibung der Wirklichkeit mit Hilfe von Symbolen, sondern greift vermittels algorithmischer Symbole zunehmend in die Konstruktion der Wirklichkeit ein.“²²

Dazu stelle ich kurz das Projekt *The Next Biennial Should be Curated by a Machine* von UBERMORGEN, Leonardo Impett und Joasia Krysa vor. Hierbei geht es um algorithmische Entscheidungsfindung in der Kunst.²³ Dabei ist ihr Ansatz nicht nur kritisch hinsichtlich ADM, sondern auch hinsichtlich der menschlichen Entscheidungskriterien (ähnlich dem Ansatz von Stefan Heidenreich): subjektive Entscheidungsträger, Konzentration von Macht, eine westlich geprägte Sicht auf Kunst, Eigendynamiken des Kunstsystems, um nur einige zu nennen. Algorithmen reproduzieren nicht nur menschliche Verhaltens- und Denkmuster, sie können diese auch offenlegen oder überwinden. *The Next Biennial Should be Curated by a Machine* sucht mittels maschinellem Lernen nach neuen Möglichkeiten des Kuratierens, nach “alien perspectives on conventional curatorial practices and curatorial knowledge”.²⁴

In vielen gegenwärtigen Entwicklungen im Bereich der Kunst geht es nicht bloß um das reflektierende Urteil, sondern um eine Teilhabe an den Gestaltungsmöglichkeiten der Welt. Durch Kooperationen mit Künstler*innen wird seitens von Unternehmen versucht, künstlerische Perspektiven auf die Welt und speziell auf Technik zu nutzen, um innovative Neuerungen zu realisieren.²⁵ Die gleiche Annäherung findet ebenfalls von der anderen Seite statt, vor allem seitens kultureller Institutionen und Festivals.²⁶ Kunst entsteht hier also nah an ihrer Anwendbarkeit, ihre *Nutzlosigkeit*²⁷ steht zur Diskussion.

Dies muss nicht unbedingt schlecht sein. Aktuell ist es eher so, dass formale Systeme, welche außerhalb der Kunst entstanden sind, in die Kunst einfließen. Ein Beispiel ist der oben genannte GAN-Algorithmus: Dieser wurde ursprünglich entwickelt, um unterrepräsentierte Trainingsdaten zu erzeugen, also eigentlich nur eine Hilfsfunktion auszuführen.²⁸ Die so erzeugten Daten waren nicht für Menschen bestimmt, sondern lediglich für Maschinen. Letztlich hat dieses Syntheseverfahren aber viele eigenständige (teils künstlerische) Artefakte für menschliche Rezipient*innen erzeugt.

Doch es könnten auch umgekehrt innerhalb der Kunst formale Systeme (oder zumindest Anregungen für diese) entstehen (wie bspw. durch das Projekt *The Next Biennial Should be*

²² Trogemann/Viehoff: CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik, S. 86.

²³ Neben diesem gibt es weitere Projekte zur algorithmischen Kuration. Bspw. *curAitor* von Nick Collins. Die Software wurde mit 100 Klavierwerken der Neuen Musik trainiert, um dann neue (unbekannte) Werke für ein Konzertprogramm auszuwählen.

²⁴ UBERMORGEN, Leonardo Impett und Joasia Krysa: „The Next Biennial Should be Curated by a Machine“, *e-flux Journal* (27.11.2019), <https://www.e-flux.com/announcements/291923/the-next-biennial-should-be-curated-by-a-machine/>.

²⁵ Hier nur drei Beispiele: Google Arts & Culture, *Plattform 12* der Bosch GmbH oder *VISIT* der innogy Stiftung.

²⁶ Beispiele: Die Transformation des Ars Electronica Festivals hin zu einer wirtschaftsnahen Förderung der Start-Up-Kultur oder Programme wie die R&D Plattform der Serpentine Galleries.

²⁷ Siehe Stakemeier, Kerstin: „Enteignung und Nutzlosigkeiten. Fragile Identitäten“, in: Witzgall, Susanne und Kerstin Stakemeier (Hrsg.): *Fragile Identitäten*, Zürich: Diaphanes 2015, S. 199–211 in Bezug auf Adornos Ästhetische Theorie.

²⁸ Soll bspw. ein System zum autonomen Fahren mit Videoaufnahmen von Verkehrssituationen trainiert werden, sind die meisten Trainingsdaten unkritisch. D.h., es passiert quasi nichts, was für das System eine Herausforderung darstellt und demnach kann es sich nicht verbessern und sich auch nicht auf kritische Situationen einstellen. Um die Leistung in diesen Situationen zu verbessern, können die vorhandenen kritischen Trainingsdaten algorithmisch augmentiert werden.

Curated by a Machine), welche dann in Bereiche außerhalb der Kunst übertragen werden. Formale Systeme sind Mittler zwischen verschiedenen Dingen, die über diese Strukturen zueinander in Beziehung gesetzt werden können.

“Über die Form kann inhaltlich Verschiedenes aufeinander bezogen werden, ohne die jeweilige Verschiedenheit aufzugeben. Wenn zwei verschiedene Dinge auf dieselbe formale Struktur bezogen werden können, können sie sich auch aufeinander beziehen.”²⁹

In verschiedenen Disziplinen geht es aktuell um Vermittlung bzw. Verbindung von Dingen, Akteuren etc. Beispielsweise geht es um Versuche, nicht-anthropozentrische Interessen in Entscheidungsfindungen einzubeziehen. Siehe aus der Perspektive der Kunst exemplarisch die Arbeiten *Asunder* (2019)³⁰ von Tega Brain, Julian Oliver und Bengt Sjölén und *terra0* (2016)³¹ von Paul Seidler, Paul Kolling und Max Hampshire. In beiden Projekten geht es darum, nicht-menschlichen Akteuren mittels menschengemachter formaler Systeme Entscheidungsmacht über sich selbst zu geben. Zwei Entsprechungen außerhalb der Kunst: *Forests.ai*³² und *20tree.ai*³³.

Formale Kreativität

In den letzten Jahren wird vermehrt (sicher nicht zum ersten Mal) die Frage nach *maschineller Kreativität* diskutiert. Häufig in Kombination mit der Befürchtung, ob nun mit der Kunst eine der letzten Fähigkeiten die uns Menschen auszeichnen von Maschinen abgearbeitet werden kann. Es gibt viele Regalmeter Literatur zu Kreativität und auch zu Computational Creativity, die an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Hier geht es nur um eine mögliche Definition von Kreativität – nämlich einer ungewöhnlichen Verknüpfung (von Dingen, Zuständen, etc.) außerhalb etablierter Muster³⁴ – und das Potential dafür in formalen Systemen.

Hier geht es nicht darum, ob eine Maschine Künstler*in sein kann, sondern nur darum, ob die produzierten Artefakte Objekte einer lohnenswerten Rezeption sein können. Dieser Akt erfordert Imagination und Kreativität seitens der Rezipient*innen. Aus dieser Perspektive ist es unerheblich, wer oder was dieses Artefakt erzeugt hat. So gesehen ist es problemlos denkbar, dass eine Maschine (unwissentlich) Kunst erzeugt. Wenn wir Kunst als etwas auffassen, welches Spannungen und Differenzen zu unserer eigenen Welt- und Selbstsicht aufwirft, könnten formale Systeme dahingehend auch einen Vorteil gegenüber menschlichen Akteuren haben: sie sind nicht wie wir, sie sind entkoppelt von uns. Ihr Potential, sich von menschlichen Mustern zu distanzieren, kann erscheinen, wenn sie genügend Freiräume zur Verfügung haben.

Natürlich sollten wir nicht vergessen, dass maschinengemachte Kunst durch menschengemachte Maschinen entsteht. Die potentiellen Freiräume werden aktuell seitens der Künstler*innen noch stark beschränkt. Künstler*innen haben eine Vision und arbeiten

²⁹ Holling/Kempin: Identität, Geist und Maschine, S. 13.

³⁰ Brain, Tega, Julian Oliver und Bengt Sjölén: „Asunder“, 2019, <https://asunder.earth/>.

³¹ Seidler, Paul, Paul Kolling und Max Hampshire: „terra0“, 2016, <https://terra0.org/>.

³² <https://www.forests.ai/>

³³ <https://www.20tree.ai/>

³⁴ Vgl. Singer, Wolf: „Neurobiologische Anmerkungen zum Wesen und zur Notwendigkeit von Kunst“, in: Singer, Wolf: *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*, Berlin: Suhrkamp 2013, S. 211–234.

so lange mit ihren Programmen, bis diese die eigenen (menschlichen) Vorstellungen realisieren. Bei KI-generierter Kunst kommt hinzu, dass primär (wenn nicht gar ausschließlich) eine spezielle Form von KI verwendet wird: maschinelles Lernen auf Basis von großen Datensets. Die Optimierungsverfahren, die zum Trainieren der neuronalen Netze verwendet werden, berechnen die Differenz zwischen algorithmisch erzeugten Artefakten und den Samples des Datensets. Im Trainingsprozess wird versucht diese Differenz zu minimieren. Das Resultat sind Artefakte, die eine Ähnlichkeitsbeziehung zum Datenset, also zu bereits Vorhandenem aufweisen.

Sowohl die menschliche Vision als auch die Restriktionen der Algorithmen begrenzen die formale Kreativität. Prinzipiell kann dieser jedoch mehr Raum zur Entfaltung gegeben werden. (Außerkünstlerische) Beispiele sind vor allem aus dem Reinforcement-Learning bekannt. Hierbei werden lediglich Regeln und Belohnungsfunktionen definiert und das exakte Verhalten der Algorithmen wird von diesen selbst errechnet. So können in Go oder anderen Spielen überraschende Spielzüge entstehen oder auch Schlupflöcher ausgenutzt werden, die unseren menschlichen Wahrnehmungs- und Denkmustern verborgen geblieben sind. Das kreative Potential liegt also nicht in der Reproduktion von menschlichen Handlungsweisen oder Artefakten, sondern außerhalb von diesen. Natürlich ergibt sich eine notwendige Anforderung an maschinell erstellte Artefakte: Sie müssen zunächst für uns wahrnehmbar sein und darüber hinaus auch von uns mit Sinn gefüllt werden können. Die angegebenen außerkünstlerischen Beispiele zeigen bereits, dass diese Form der Kreativität keine genuin künstlerische Kreativität ist. Wenn durch diese Form *ungewöhnliche Verknüpfungen* entstehen, sind diese allerdings primär aus unserer Perspektive ungewöhnlich und kreativ. Wir können daraus nicht bereits schließen, dass diese auch für das formale System ungewöhnlich sind. Wahrscheinlicher ist, dass lediglich das statistisch naheliegendste Muster oder Verhalten erzeugt wurde.³⁵

Resümee

Was führt mich zu der Frage »Wird die Kunst formalisierbar«? Es sind aktuelle Tendenzen, sowohl außerhalb als auch innerhalb der Kunst. Es wurde an Hand von verschiedenen Aspekten aufgezeigt, dass formale Systeme in die Kunst integriert sind, weiter integriert werden und sich demnach in die Kunst einschreiben. Es wurden aber auch Aspekte der Kunst genannt, die sich der Eingliederung in formale Systeme sperren. Diese gilt es einerseits zu bewahren und zu fokussieren. Auf der anderen Seite ist das Formale nicht per se negativ. Es erweitert unsere Möglichkeiten. Diese gilt es zu realisieren und zu erforschen.

Zunächst entsteht durch Formalisierung das Potential zur Demokratisierung der Mittel für Produktion, Distribution und Rezeption von Kunst. Mit einher gehen aber auch Abhängigkeiten – von Hard-und Software, Unternehmen, Programmierer*innen. Software schreibt sich in digitale Artefakte ein und wirkt dadurch an der Kunstproduktion mit. Algorithmen sorgen zunächst für eine Verallgemeinerung des Besonderen. Auf der anderen Seite entsteht durch Algorithmen ein Raum an potentiellen Artefakten, der unsere händischen Produktionsmittel und vielleicht auch unsere Imagination übersteigt. Der Beurteilung der errechneten Artefakte kommt eine wesentliche Bedeutung zu.

³⁵ Oder zumindest naheliegend auf Basis der aktuellen Konfiguration, definiert u.A. durch Random-Initialisierung, Lernrate, etc.

Urteilsfähigkeit ist dabei nicht nur innerhalb der Kunst von Belang. Durch die netzwerk-basierte Zirkulation von Informationen, durch unklare Autorschaften (Mensch-Maschine-Kollaborationen oder eigenständige Software-Agenten) oder ADM wird es immer wichtiger, eigenständig urteilen zu können. Besonders, da wir dazu neigen, maschinell berechnete Urteile weitaus seltener zu hinterfragen als Urteile, die direkt von Menschen getroffen werden.

Die Fähigkeit zu Urteilen, die einerseits zentral für die Auseinandersetzung mit Kunst ist und andererseits durch diese Auseinandersetzung weiter ausgebildet wird, wird also zunehmend relevant um sich in unserer Welt zurecht zu finden. Wir können uns auch darin Schulen zu akzeptieren, dass sich nicht alles zweifelsfrei entscheiden und klassifizieren lässt, wie es durch algorithmische Prozesse versucht wird. "Das ästhetische Urteil bezieht sich auf eine Erfahrung, in der die Kategorien unseres evaluativen Weltbezugs problematisch werden."³⁶

Das Besondere wird durch formale Systeme häufig nicht erfasst oder nicht ermöglicht. Kunst existiert durch das Besondere. Derzeit besonders relevant könnten entsprechend Kunstwerke sein, die sich (auch durch Menschen) nur schwer bewerten lassen oder sich der Bewertung entziehen.

"Kunst hält sich folglich nicht nur zum Denken hin offen, insofern sie dieses zu immer neuen Bestimmungen veranlasst, sie hält auch das Denken selbst offen, insofern sie dieses nie an ein Ziel kommen lässt. Wir kommen angesichts der Kunst nie zu einem bestimmenden Urteil."³⁷

Entscheidungen über die Qualität von Kunstwerken, wie sie bspw. von Kurator*innen getroffen werden, sind subjektiv. Sie sind nicht vollständig formalisierbar (selbst dann wären sie nicht objektiv). Eine subjektive Bewertung fragt: was kann die Arbeit jetzt in diesem Moment (für mich) leisten? Kann sie etwas bewirken?

In künstlerischen Auseinandersetzungen mit (digitaler) Technik geht es derzeit häufig nicht um eine Ablehnung des Technischen, sondern um die Auslotung möglicher Verbindungen zwischen Mensch, Umwelt und Technik hin zu einem Zusammenleben.³⁸ Die hier vorgestellten Künstler*innen (und es ließen sich viele weitere vorstellen) arbeiten mit formalen Systemen, teilweise schreiben sie diese auch selbst, aber vor allem reflektieren sie ihren Gebrauch. In wie weit durch Kunst zu Veränderungen bestehender formaler Systeme oder zu Neukonstruktionen außerhalb der Kunst beigetragen werden kann, ist schwer zu definieren. Es erscheint aber plausibel, dass Kunst, in ihrer Eingebundenheit in die Welt, Wirksamkeit entfaltet.

Ein Wegweiser für die Kunst könnte es sein, nicht in (eigene) Muster zu verfallen, sich also einerseits der Formalisierbarkeit und Realisierbarkeit mittels formaler Systeme zu sperren, andererseits formale Systeme zu nutzen um aus eigenen Mustern auszubrechen und Neues zu erzeugen.

"Denn nur eines (unter vielem) scheint mir für den Künstler unerträglich: sich nicht mehr am Anfang zu fühlen."³⁹

³⁶ Rebentisch, Juliane: Theorien der Gegenwartskunst. Zur Einführung, Hamburg: Junius 2013, S. 84.

³⁷ Juliane Rebentisch in Bezug auf Rüdiger Bubner's Artikel »Über einige Bedingungen gegenwärtiger Ästhetik«. Ebd., S. 47.

³⁸ Vgl. Stakemeier: „Krise und Materialität in der Kunst: über Formwerdung und Digitalität“, S. 190 f.: Digitale Artefakte werden in künstlerischen Projekten als „Teilaspekt des eigenen Körpers“ verhandelt.

³⁹ Pavese, Cesare: Das Handwerk des Lebens, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1987, S. 19.

Referenzen

- Barrot, Ronan und Robbie Barrat: „Infinite Skulls“, 2019.
- Brain, Tega, Julian Oliver und Bengt Sjölen: „Asunder“, 2019, <https://asunder.earth/>.
- Caravella, Elisabeth: „Howto“, 2014, [http://elisabethcaravella.com/howto-\(2014\).html](http://elisabethcaravella.com/howto-(2014).html).
- Clark, Andy und David Chalmers: „The extended mind“, *Analysis* 58.1 (1998), S. 7–19.
- DISNOVATION.ORG: „Predictive Art Bot“, 2015, <http://disnovation.org/pab.php> (zugegriffen am 18.06.2020).
- Elwes, Jake: „Latent Space“, 2017, <https://www.jakeelwes.com/project-latentSpace.html>.
- Heidenreich, Stefan: „Schafft die Kuratoren ab!“, *ZEIT* (21.06.2017), <https://www.zeit.de/2017/26/ausstellungen-kuratoren-kuenstler-macht> (zugegriffen am 27.05.2020).
- Himmelsbach, Sabine: „Poetics and Politics of Data. Die Ambivalenz des Lebens in der Datengesellschaft“, in: Himmelsbach, Sabine und Claudia Mareis (Hrsg.): *Poetics and Politics of Data. Die Ambivalenz des Lebens in der Datengesellschaft*, Basel: Christoph Merian Verlag 2015, S. 25–41.
- Holling, Eggert und Peter Kempin: Identität, Geist und Maschine, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag 1989.
- Kimyonghun, Shinseungback: „Non facial portrait“, 2018, http://ssbkyh.com/works/non-facial_portrait (zugegriffen am 22.06.2020).
- Lialina, Olia: „end-to-end, p2p, my to me“, Berlin, 31.01.2020 (Vortrag), <https://www.youtube.com/watch?v=eHyn3sKNdA8> (zugegriffen am 28.05.2020).
- Lovink, Geert: „Jenseits von Sad by Design“, Frankfurt am Main, 05.03.2020 (Vortrag).
- Menke, Christoph: Die Kraft der Kunst, Berlin: Suhrkamp 2013.
- Noorizadeh, Bahar, Mahan Moalemi und Chris Tegho: „CAD Conspiracy: Pattern Recognition in Contemporary Art“, 2019, <https://www.baharnoorizadeh.com/#/cad-conspiracy-pattern-recognition-in-contemporary-art/>.
- Pallasvuo, Jaakko: „Soft Body Goal“, 2017, <https://vimeo.com/218131941>.
- Pavese, Cesare: Das Handwerk des Lebens, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1987.
- Rebentisch, Juliane: Theorien der Gegenwartskunst. Zur Einführung, Hamburg: Junius 2013.
- Reck, Hans Ulrich: „Wenige letzte Bemerkungen zu: Kunst im Dienste der Formalisierung, Unruhe, Radikalität, Multiperspektivität gegen identitäre Okkupation, zuletzt: ‚Nur Mut‘“, *Journal der Kunsthochschule für Medien Köln* 12 (2020), S. 3–13, https://e-publications.khm.de/files/216/KHM-Journal_12_2020ePub.pdf.
- Reich, Johanna: „Face Detection“, 2018, http://johannareich.com/mies_portfolio/face-detection (zugegriffen am 22.06.2020).
- Sanchez, Michael: „2011: Art and Transmission“, *Artforum International* Summer (2013), S. 294–301.

- Seidler, Paul, Paul Kolling und Max Hampshire: „terra0“, 2016, <https://terra0.org/>.
- Simondon, Gilbert: Die Existenzweise technischer Objekte, Zürich: diaphanes 2012.
- Singer, Wolf: „Neurobiologische Anmerkungen zum Wesen und zur Notwendigkeit von Kunst“, in: Singer, Wolf: *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*, Berlin: Suhrkamp 2013, S. 211–234.
- Stakemeier, Kerstin: „Enteignung und Nutzlosigkeiten. Fragile Identitäten“, in: Witzgall, Susanne und Kerstin Stakemeier (Hrsg.): *Fragile Identitäten*, Zürich: Diaphanes 2015, S. 199–211.
- : „Krise und Materialität in der Kunst: über Formwerdung und Digitalität“, in: Witzgall, Susanne und Kerstin Stakemeier (Hrsg.): *Macht des Materials - Politik der Materialität*, Zürich 2014, S. 185–198.
- Trogemann, Georg: „Die Fülle des Konkreten am Skelett des Formalen. Über Abstraktion und Konkretisierung im algorithmischen Denken und Tun“, 2014, http://georgtrogemann.de/wp-content/uploads/2016/02/Trogemann_Fu%CC%88lleDesKonkreten-2014.pdf.
- Trogemann, Georg und Jochen Viehoff: CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praktik, Wien: Springer 2005.
- UBERMORGEN, Leonardo Impett und Joasia Krysa: „The Next Biennial Should be Curated by a Machine“, *e-flux Journal* (27.11.2019), <https://www.e-flux.com/announcements/291923/the-next-biennial-should-be-curated-by-a-machine/>.