

## 2 KI-Kunst als interdisziplinärer Gegenstand

---

Zu Beginn dieser Forschungsarbeit im Jahr 2020 ist der Begriff KI-Kunst kaum verbreitet und erfährt bei weitem nicht jene Popularität, die dieser Form der Kunst seit dem Aufkommen und der Verbreitung von Tools wie *Dall-E*, *Stable Diffusion* und *mid-journey* zuteil wird. Dies hat letztlich dazu geführt, dass der Begriff heute häufig ausschließlich mit dem sogenannten *Prompting* assoziiert wird. Infolgedessen hat sich die These verbreitet, dass nun jede:r zum/zur Künstler:in werden könne (Alexeev 2023; Manovich und Arielli 2024). Vor diesem Hintergrund gilt es in diesem Kapitel, ein umfassendes Begriffsverständnis von KI-Kunst herauszuarbeiten. Dafür wird zunächst eine Verhältnisbestimmung zu angrenzenden Disziplinen sowie eine Rekonstruktion der vergleichsweise kurzen Geschichte dieser Kunstform vorgenommen, um nicht zuletzt Innovationsrhetoriken im Zusammenhang mit KI und Kunst kritisch in den Blick zu nehmen. Dabei wird schnell ersichtlich, dass die Bezugnahme auf andere Disziplinen sowie eine Betrachtung (neuer) technologischer Entwicklungen, die sich die Kunst zunutze macht, notwendig ist, um jene Formen der Kunst beschreibbar zu machen, die gewissermaßen zwischen diesen Feldern zu verorten sind (Wilson 2002).

Der Kunstbegriff ist ein abstraktes Konzept, das mit Blick auf die Kunstgeschichte eine lange Tradition aufweist und seit jeher kontrovers diskutiert wird. Kunstgeschichtliche Gegenstandsbereiche konstituieren sich immer wieder neu, da sie sich wandelnden sozialen und kulturellen Wertungen sowie Reglementierungen und nicht zuletzt auch technologischem Fortschritt unterliegen. Künstlerische Artefakte sind insofern von anderen alltäglichen Gegenständen zu unterscheiden, als dass ihnen besondere ästhetische Eigenschaften zugesprochen werden können. Dabei stellt sich die Frage, wie diese ästhetischen Eigenschaften zustande kommen und wer dazu in der Lage bzw. autorisiert ist, diese Merkmale als künstlerisch wertvoll einzustufen. Oftmals sind es Ausstellungshäuser, Museen und Galerien, aber auch *befugte* Individuen, Gruppen und Institutionen, die in kontroversen Auseinandersetzungen über den künstlerischen Status von Artefakten entscheiden (vgl. Manovich 2019, S. 2). Unterscheidung zwischen Kunst und Nichtkunst im Sinne der Anerkennung eines Artefakts – oder auch einer Handlung – ist stets ästhetisch-normativ aufgeladen und wertend zugleich, indem die Zuschreibung *Kunst* immer

mit einer Bewertung einhergeht, die auf einen (immateriellen) Mehrwert abzielt. Dieser Mehrwert äußert sich in der Sonderstellung des jeweiligen Artefakts, die sich wiederum in Geltungs- und Schutzansprüchen etwa durch das Urheber:innenrecht manifestiert. Solcherlei Aushandlungs- und Prüfungsprozesse können vor dem Hintergrund einer sich kontinuierlich verändernden kreativ-künstlerischen Praxis nie als abgeschlossen betrachtet werden (vgl. Warnke 2008, S. 23) und werden im Besonderen durch den Einsatz von KI erneut zur Disposition gestellt (Arielli 2023, 2024; Ullrich 2024). Im öffentlichen Diskurs wird ein Kunstwerk oftmals erst dann als Kunst eingeordnet bzw. als künstlerisch wertvoll betrachtet, wenn es subjektiv als *schön* empfunden wird. Einer Auseinandersetzung, die ausschließlich auf die äußere Erscheinung von Kunstwerken ausgerichtet ist, geht es folgerichtig nicht um die Wirkung oder die Bedeutung, die diesen Werken eingeschrieben ist. Ein solches Kunstverständnis hebt die handwerklichen Fertigkeiten und künstlerisches Können gegenüber sinn- und orientierungsstiftenden wie auch kommunikativen Aspekten der Kunst hervor, was sich nicht zuletzt in der Tradition des westlichen Kunstdiskurses begründet. Der Kunstbegriff leitet sich von dem altgriechischen *téchne*-Begriff ab und bezieht sich zunächst auf (lebensnotwendige) handwerkliche und intellektuelle Fertigkeiten des Menschen (siehe Abschnitt 2.3.1). Der Begriff umfasst sowohl den Bereich der Kunst, den der (Natur-)Wissenschaft, als auch den der Technik und prägt bis heute das (westliche) Verständnis dieser Disziplinen. Mit seiner lateinischen Übersetzung *artes* wird der Kunstbegriff weiter ausdifferenziert, wobei eine Gegenüberstellung von freien (*artes liberales*) und mechanischen Künsten (*artes mechanicae*) angestellt wird, die auf eine Unterscheidung von *schönen* und *nützlichen* Künsten abzielt (vgl. Bilstein 2014, S. 495).

Während sich die Kunstwissenschaft der Erforschung des Zusammenwirkens der Bedingungen ästhetischer Eigenschaften künstlerischer Artefakte und deren wahrnehmungs- sowie produktionstheoretischen Grundlagen verschreibt, sind in historischer Perspektive vor allem die materiellen wie technologischen Entstehungsbedingungen von Interesse. Sie kommen in der spezifischen Beschaffenheit sowie Erscheinungsform jener (materiellen) Artefakte zum Ausdruck, die gemeinhin als *Kunstwerke* bezeichnet werden (vgl. Warnke 2008, S. 24). Die Vielfalt der Erscheinungsformen künstlerischer Artefakte erfordert eine geeignete Klassifikation, um sich dem kunstgeschichtlichen Gegenstandsfeld zuzuwenden. Oftmals erfolgt eine derartige Strukturierung unterschiedlicher Gattungen anhand ihrer medialen Strukturiertheit – und damit einhergehend ihrer materiellen Beschaffenheit: »Die klassische Einteilung derjenigen unter den Künsten, die es weder mit Tönen noch mit dem Wort, sondern mit materiellen Stoffen als Gestaltungsmittel zu tun hat, kennt drei Gattungen: Architektur, Malerei und Skulptur« (ebd., S. 28). Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie stets nur in einer begrenzten Anzahl von Kontexten präsentiert und für eine begrenzte Anzahl von Zwecken hergestellt werden. Im 20. Jahrhundert haben die Künste jedoch durch das Experimentieren

mit ihrer eigenen Medialität und den Einbezug neuer Technologien die Grenzen dessen ausgelotet und ausgereizt, was als *Kunst* verstanden werden kann. Durch die Entwicklung und Verbreitung von Design sowie von Foto- und Videografie bildete sich eine vierte Gattung der Künste heraus, die Warnke als *Gebrauchskunst* oder auch als *angewandte Kunst* bezeichnet (vgl. ebd.). Ihr Name deutet bereits auf ihre Zweckgebundenheit und damit auf ihre Eingebundenheit in anwendungsbezogene Kontexte hin. Die unterschiedlichen Bereiche der sogenannten Gebrauchskunst haben eine tendenzielle Wiederholbarkeit gemein, indem sie auf (industrielle) Vervielfältigung und Reproduktion ausgerichtet sind, wie es z.B. beim *Design* der Fall ist. Diese veränderten Produktionsweisen haben schließlich dazu geführt, dass technische Errungenschaften und Innovationen in den Bereich der Kunst Einzug gehalten haben (vgl. ebd., S. 29). Allerdings nimmt die wechselseitige Bezugnahme von technologischer Innovation und künstlerischem Ausdruck ihren Anfang nicht erst im 20. Jahrhundert. Sie zieht sich seit jeher wie eine Konstante durch die Kunstgeschichte, was bereits anhand erster Definitionsversuche sichtbar wird (siehe Abschnitt 2.3.1). Dabei wird vornehmlich auf die handwerklichen Fertigkeiten des Menschen als kreatives, künstlerisch schöpfendes Subjekt abgezielt und stets – wenn auch nur implizit – die Verwendung und Nutzbarmachung von (technischen) Werkzeugen mitgedacht.

Die Arbeit erhebt weder den Anspruch einer Definition des Kunstbegriffs in seiner Vieldeutigkeit und Komplexität, noch den kunsthistorischen Diskurs in seiner Vollständigkeit abzubilden. Dennoch lassen sich bereits anhand dieser kurzen Einführung zentrale Merkmale eines Kunstbegriffs identifizieren, die für den weiteren Verlauf dieser Arbeit von Bedeutung sind. *Erstens* ist festzuhalten, dass es sich hierbei um ein Kunstverständnis handelt, das sich von einem alltäglichen, laienhaften Verständnis von Kunst deutlich unterscheidet. Im Mittelpunkt steht nicht die Darstellung oder Zurschaustellung von *Schönheit*, sondern die Kunst als Form der kreativ-künstlerischen Selbstexpression bzw. Artikulation (vgl. Feige 2021, S. 195). Der Artikulationsbegriff wird bei Jung (vgl. 2005, S. 105) sprachanthropologisch gerahmt und bezeichnet einen Prozess, in dem implizit-qualitative Erfahrungen in eine explizit semantische Form überführt werden. Dieser Prozess ist jeweils von spezifischen Selbst- und Weltbildern geprägt, die implizit oder auch explizit bestimmte Werte und Normen transportieren. Der Kunstbegriff ist folgerichtig, *zweitens*, stets vor dem Hintergrund sozio-kultureller sowie sozio-technischer Rahmenbedingungen zu verstehen. Damit befindet sich die Kunst, die in Form von Kunstwerken und/oder Handlungen in Erscheinung tritt, in einem andauernden Wandel und konstituiert sich, *drittens*, im Rahmen vorherrschender (im-)materieller und technologischer Bedingungen immer wieder neu. Diese Frage gewinnt insbesondere mit Blick auf digitale oder algorithmische Formen des künstlerischen Ausdrucks an Gewicht, da hier die materielle Ebene oftmals zur Disposition gestellt wird (vgl. McIver Lopes 2021, S. 399). Aufgrund ihrer prinzipiellen Zwecklosigkeit

stellt die Auseinandersetzung mit Kunstwerken genuin andere Anforderungen an die menschliche Wahrnehmung als der Umgang mit alltäglichen Gegenständen, weshalb ihnen, *viertens*, eine besondere ästhetische Qualität zugesprochen wird.

In diesem Kapitel geht es darum, das reziproke Verhältnis von (Natur-)Wissenschaften und künstlerischem Ausdruck im Allgemeinen in den Blick zu nehmen. Dabei ist insbesondere der Zusammenhang von Mathematik und Kunst von Relevanz, um so Formen *algorithmisch* erzeugter Kunst (historisch) einordnen zu können, die wiederum den Ausgangspunkt von KI-Kunst markieren. Oftmals werden *die* (Natur-)Wissenschaften und die Künste als Gegensätze, als zwei sich gegenüberstehende Disziplinen betrachtet (Mersch und Ott 2007). Während die Kunst immer vieldeutig ist, erhebt *die* Wissenschaft den Anspruch auf Allgemeingültigkeit und Wiederholbarkeit ihrer Experimente. Ein flüchtiger Blick auf die Kunstgeschichte der letzten 100 Jahre reicht jedoch aus, um zu sehen, dass trotz disziplinärer Differenzen eine unüberschaubare Formenvielfalt künstlerischer Artefakte hervorgebracht wurde, die sich einer eindeutigen disziplinären Zuordnung entzieht, indem sie sich wissenschaftlicher Beschreibungsversuche und -modelle bedient (vgl. S. Vogel 2021a). Gleichzeitig gibt es eine ganze Reihe (natur-)wissenschaftlicher Experimente, die hochgradig kreativ sind, oder (natur-)wissenschaftliche Arbeiten, die als ästhetisch oder künstlerisch wertvoll betrachtet werden können. Daraus ergibt sich die Frage, wie sich das Verhältnis von Kunst und (Natur-)Wissenschaft sowie von Kunst und Technologie bestimmen lässt.

## 2.1 Zum Verhältnis von Kunst und (Natur-)Wissenschaft

Eine Wissenschaft, die sich künstlerischer Verfahren bedient, diskreditiert sich selbst, eine Kunst, die sich umgekehrt wissenschaftliche Methoden zu eigen mache, mache sich verdächtig (vgl. Mersch und Ott 2007, S. 9). Der Wissenschaftsbegriff wird gemeinhin mit den Naturwissenschaften, insbesondere mit den logischen und mathematischen Disziplinen, in Verbindung gebracht, die die Richtigkeit sowie die Gültigkeit ihrer Aussagen anstreben (vgl. Rötzer 2007, S. 15). Dagegen wird der Kunst ein rätselhafter Charakter zugeschrieben, wie Gamm (2007) unter Rückbezug auf Adorno (1969) feststellt und damit »einen ersten Anhaltspunkt für eine Differenz zwischen Kunst und Wissenschaft« ausmacht (Gamm 2007, S. 49). Diese Offenheit und Unbestimmtheit äußern sich schließlich in einer interpretativen Mehrdeutigkeit von Kunstwerken. Demgegenüber hat es *die* Wissenschaft mit eindeutig definierten Problemgegenständen und entsprechenden -lösungsansätzen zu tun. Eine derart konträre Betrachtung beider Disziplinen steht allerdings dem ursprünglichen Verständnis der altgriechischen *téchne* entgegen. Er vereint die kunstfertige *poiesis* (Poetik und Technik) mit der *matemata*, die Kenntnisse der Mathematik und Wissenschaft umfasst. Im Mittelalter, wo *ars* und *sciencia* synonym

verwendet wurden, und auch noch in der Neuzeit, in der sich Universalgelehrte wie da Vinci sowohl den Naturwissenschaften als auch den Künsten widmeten, wurden Wissenschaft und Kunst nicht als *konkurrierende*, sondern, dem antiken Verständnis entsprechend, als *kooperierende* Disziplinen verstanden (vgl. Mersch und Ott 2007, S. 10).

Im 19. Jahrhundert, zum Ende der Aufklärung, veränderte sich das Selbstverständnis der Wissenschaft. Unter Berufung auf die Objektivität ihrer Methodik bemühte sie sich, jeden Anschein von Subjektivität und Rhetorik zu vermeiden, und strebte danach, jegliche Form menschlichen Handelns und Eingreifens in den Forschungsprozess zu eliminieren. Dieses Vorgehen diente dem Zweck, die Authentizität der Daten und Ergebnisse zu gewährleisten. In der Folge »subjektivisierten sich auch die Künste« (ebd., S. 16). Sie sollten einer Rationalisierung in der Folge der fortschreitenden Industrialisierung entgegentreten und Zuflucht in »Momentaufnahmen des Erhabenen und der Undarstellbarkeit« (ebd.) gewähren. Die Künste, so schreiben Mersch und Ott, haben sich an den entgegengesetzten Pol der Wissenschaft »gerettet«. Sie haben sich einer »ausgeschlossenen und verdrängten Wirklichkeit zugewandt« (ebd.), die sie mit all den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln bis aufs kleinste Detail erforschten und sich dabei auch auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützten, wie es z.B. beim Impressionismus und dessen Bezügen zur Wahrnehmungspsychologie der Fall war. Allerdings, so lautet die Kritik, seien die Bezüge kontextlos und sporadisch. Die Wissenschaft wurde dabei zum Material der Kunst. Im Übergang zum 20. Jahrhundert wendete sich die Kunst zunehmend von der Wissenschaft ab (vgl. Lammert 2007, S. 163) setzte sich fortan auf eine kritische und/oder ironische Art und Weise mit wissenschaftlichen Themen auseinander, wie es z.B. im Surrealismus oder auch im Dadaismus in den 1920er Jahren sichtbar wurde. Erst zum Ende des 20. Jahrhunderts vollzog sich mit der Entdeckung und Etablierung der fraktalen Geometrie und der Chaoswissenschaften ein Wandel in der rivalisierenden Situation von Wissenschaft und Kunst. Es gab erste Ausstellungen von Visualisierungen mathematischer Formeln. Fraktale Geometrie wurde zum Hype – alles war dynamisch, alles war selbstähnlich: »Überall in der Natur entdeckte man denn auch die mathematischen Modelle für eine Gratwanderung zwischen ›Ordnung und Chaos‹« (Rötzer 2007, S. 53). Die Wissenschaft war nicht länger schwarz-weiß, sondern schillernd und bunt. Dank des Computers wurde Komplexität handelbar und vor allem auch darstellbar. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit komplexen, teils chaotischen natürlichen und geometrischen Formen und die Diskussion um ihren kunstschönen Charakter in den 1980er Jahren ließen den Leitgedanken der griechischen Antike, wonach aller Schönheit die Geometrie bzw. Mathematik zugrunde liege, wieder aufleben. Nicht nur das, sie sensibilisierte Wissenschaftler:innen »für die ästhetische Erfahrung der Kunst« (ebd.). Jene Bereiche, in denen die Künste die »Erkenntnisse und Methoden der Wissenschaft aufgreift und für gestalterische Zwecke benutzt«, sind laut Franke (2007, S. 184) für die Ver-

hältnisbestimmung von Wissenschaft und Kunst von besonderem Interesse. Diese interdisziplinären Grenzbereiche weisen im Allgemeinen ein hohes kreatives Potenzial auf, indem sie die Entdeckung von Schönheit in Bereichen abseits der Künste möglich machen (vgl. ebd., S. 186), wenngleich der Kunst hier nicht die Intention bzw. Absicht unterstellt werden soll, *schön* zu sein – was auch immer das sein mag. Im künstlerischen Schaffensprozess sind besonders Kreativität und Imaginationsfähigkeit gefragt, die auch für die Entwicklung wissenschaftlicher Problemlösestrategien nutzbar gemacht werden können: »Es gibt einen Pool von Werkzeugen, den sich Künstler:innen und Wissenschaftler:innen teilen. Es gibt eine Schnittmenge von Werkzeugen, die Künstler:innen und Wissenschaftler:innen gemeinsam benutzen«, wie Weibel diese Entwicklung der Kunst im Gespräch mit Vogel (2021a, S. 90) kommentiert und damit eine »Verwissenschaftlichung der Kunst« beschreibt.

Ein kurzer Blick auf die Entwicklung des Verhältnisses von (Natur-)Wissenschaft und Kunst macht einen radikalen Bedeutungswandel sichtbar: Vom Synonym zum Antonym, zurück zu einer gegenseitigen Akzeptanz zweier eigenständig existierender Disziplinen, die sich zumindest teilweise Überschneidungspunkte zugestehen. Wenngleich sich einige disziplinäre Differenzen wie Parallelen festmachen lassen, ist ein direkter Vergleich beider Disziplinen Weibel (1998) zufolge jedoch nur auf methodologischer Ebene möglich bzw. setze ein Vergleich beider Disziplinen voraus, dass sowohl die Kunst als auch *die* Wissenschaft als Methoden verstanden würden, da die Kunst *die* Wissenschaft lediglich in methodischer Hinsicht beeinflusse, nicht aber durch ihre Produkte. Weibel beschreibt das Verhältnis beider Disziplinen in methodologischer Hinsicht als konvergent: »Sie konvergieren und treffen sich in der Methode der Sozialkonstruktion« (ebd., S. 174), denn sowohl die Künste als auch *die* Wissenschaft stehen in Abhängigkeit zu sozio-kulturellen, -technischen und damit auch zu -materiellen Bedingungen. Sie werden durch Sprache und Kultur vermittelt und müssen daran anknüpfend immer als sozial konstruiert verstanden werden; dieser Aspekt wird nicht zuletzt in ihrer gemeinsamen Suche nach der *Wahrheit* sichtbar, die ebenso als sozial konstruiert verstanden werden muss. Während sich Weibel für einen Vergleich auf methodologischer Ebene ausspricht, Gamm (2007, S. 45) in Anlehnung an Latour (2004), dass eine Unterscheidung beider Disziplinen obsolet geworden ist. D.h., dass eine Verhältnisbestimmung beider Disziplinen unter der Annahme einer gegenseitigen Annäherung erfolgt, sodass sich das Verhältnis als *hybrid* beschreiben lässt. Es ist

»eine grenzüberschreitende Kunst, die von unterschiedlichen Techniken, Gestaltungsprinzipien und Disziplinen Gebrauch macht [...] sie sind Hybridformen von Technik und Natur, menschlichem Körper und Medien, Materialien aller Art, wobei sie wiederum in Rückgriff auf unterschiedliche Codes ihre gegenstandslosen Gegenstände zu überschreiben versuchen.« (Gamm 2007, S. 47)

Gamm exemplifiziert diese Annäherung anhand unterschiedlicher Ausprägungen der *Bio-Art* oder auch der *transgenen Kunst*, wobei etwa mithilfe von Teleskopen im Bereich der Astronomie oder der Mikroskopie in der Biologie Einblicke in bisher unzugängliche Bereiche geschaffen oder tierische mit pflanzlichen »Individuen«, wie sie Gamm (ebd., S. 42) bezeichnet, mithilfe biotechnischer Verfahren gekreuzt werden. Ein Beispiel für den Einsatz einer solchen Kreuzung ist das Projekt *GFP Bunny* des brasilianischen Künstlers Eduardo Kac aus dem Jahr 2000. Der Künstler fügte das grünfluoreszierende Protein einer Quallenart in das Erbgut des Kaninchens ein, um schließlich ein fluoreszierendes Kaninchen zu züchten. Wenngleich die genetische Veränderung des Tieres als dessen formales Alleinstellungsmerkmal gilt, stellt die Erschaffung eines chimärenhaften Tieres, das in der Natur nicht existiert, nur *eine* Komponente des Kunstwerks dar. Die *zweite* Komponente des Kunstwerks entfaltet sich im (interdisziplinären) Austausch zwischen Fachleuten sowie im daran anknüpfenden öffentlichen gesellschaftlichen Dialog über die kulturellen und ethischen Implikationen der Gentechnik. Die Wissenschaften bringen im Zusammenspiel mit den Künsten innovative Werkzeuge, Methoden und nicht zuletzt Kunstwerke hervor, die ihr Publikum dazu anregen, sich kritisch mit den (natur-)wissenschaftlichen Entstehungsbedingungen des Kunstwerks zu befassen. Daran lässt sich die Tendenz einer Ästhetisierung der (Natur-)Wissenschaften ablesen. Diese gegenseitige Durchdringung beider Disziplinen ist durch ein emergentes Wesen gekennzeichnet, das die Hervorbringung neuer Welten und Weltbilder ermöglicht (vgl. Giannetti 2004). Solcherlei künstlerische Artefakte, »die mit wissenschaftlichen Techniken von Wissenschaftlern mit der Absicht gemacht werden, etwa ästhetisch beeindruckende Einblicke in bislang Ungesehenes zu vermitteln« (Rötzer 2007, S. 63), sind einerseits Ausdruck des kreativen, spielerischen Umgangs mit (natur-)wissenschaftlichen Problemstellungen und zeigen dabei Möglichkeiten wie Grenzen der jeweils vorherrschenden technologischen Rahmenbedingungen auf. Andererseits reflektieren sie damit bestimmte Haltungen, Werte und Normen. Im Folgenden geht es jedoch nicht etwa um die Verschränkung von Kunst und Physik oder Kunst und Biologie o.Ä., sondern um das Feld der Mathematik, die sich seit dem 17. Jahrhundert als unverzichtbare Ergänzung der Naturwissenschaften sowie der Technik herausgebildet hat (vgl. Wilson 2002, S. 297), um die Logik der Berechenbarkeit von Natur- und Kunstschönheit sowie um mathematische Formen *in* der Kunst.

## 2.2 Zum Verhältnis von Kunst und Mathematik

Die eingangs eingeführte Bezeichnung *algorithmische Kunst* verweist bereits auf ihre disziplinäre Zuordnung, die sich zu etwa gleichen Teilen in der Kunst sowie der Mathematik wiederfinden lässt. Dahingehend stellt sich die Frage, inwiefern sich die

beiden Disziplinen gegenseitig befruchten, welchen Beitrag die Mathematik für die Kunst – und umgekehrt – die Kunst für die Mathematik leisten kann. Wenngleich die Mathematik gemeinhin nur selten mit Kunst oder mit Konzepten wie Kreativität oder Ästhetik in Verbindung gebracht, sondern oftmals als rigides, starres Feld aufgefasst wird, ist es doch so, dass Mathematiker:innen in der Praxis *kreativ* mit ihren Ideen umgehen, indem sie sie visualisieren und mit den daraus hervorgehenden Resultaten spielerisch die Grenzen ihres Problemgegenstandes ausloten. Sowohl die Aktivitäten der Mathematik als auch die der Künste sind seit jeher durch die Suche nach Erkenntnissen über die den Menschen umgebende Welt, ihre zugrundeliegenden Strukturen und Prozesse motiviert, sie widmen sich – wie bereits angedeutet – der Suche nach der *Wahrheit*. Diese Frage ist bereits bei Platon von zentraler Bedeutung und findet sich auch noch mehr als zwei Jahrtausende später bei Schiller (vgl. Heinz 2019, S. 91). Durch die Freude an der Schönheit der Künste gelange der Mensch zu emotionaler *Wahrheit*, sie erziehe ihn gar zu einem besseren, tugendhafteren Menschen. *Schönheit* und *Wahrheit* sind laut Malkevitch (vgl. 2020, S. 2) häufig jene Beweggründe von Mathematiker:innen, die sie zur Mathematik hingezogen haben, für ihre mathematischen Bemühungen, da sie mathematische Problemlösungsstrategien selbst als Form künstlerischen Ausdrucks betrachten (vgl. ebd., S. 12). Inwiefern die Mathematik als Kunst betrachtet und inwiefern ihre Schönheit als eine ihrer zentralsten Eigenschaften gewertet werden kann, diskutiert auch Olsson (2019) in ihrem Blogbeitrag *The Aesthetic Beauty of Math*. Darin gibt sie einen Teil des Briefwechsels zwischen dem Mathematiker André Weil und seiner Schwester, der Philosophin Simone Weil während des Zweiten Weltkriegs wieder. Simone bittet ihren Bruder, ihr zu erklären, was er als Mathematiker macht. In seinen Antworten beschreibt er die Mathematik als eine Form künstlerischer Betätigung. Etwa zur gleichen Zeit, im Januar 1940, verfasste der britische Mathematiker Hardy (2005) ein Essay mit dem Titel *A Mathematician's Apology* und wagte damit den Versuch, Nicht-Mathematiker:innen ein Gefühl für die ästhetischen Qualitäten der Mathematik zu vermitteln. Er vergleicht Mathematiker:innen mit Maler:innen und Dichter:innen, bezeichnet sie gar als Schöpfer:innen von Mustern und geht noch weiter:

»The mathematician's patterns, like the painter's or the poet's must be beautiful; the ideas like the colours or the words must fit together in a harmonious way. Beauty is the first test: there is no permanent place in the world for ugly mathematics.« (ebd., S. 14, H. i. O.)

Sowohl die Kunst als auch die Mathematik sind den jeweils vorherrschenden sozio-kulturellen sowie sozio-technischen Bedingungen ihrer Zeit unterworfen, sodass die Mathematik ebenso wie die Kunst zeitgenössisch und durch kulturelle und historische Einflüsse vermittelt ist (vgl. H. M. Russell und Sazdanovic 2021, S. 2). Das reziproke Verhältnis beider Disziplinen erweist sich in mehrfacher Hinsicht

als fruchtbar: Einerseits ist es die Mathematik, die der Kunst (neue) inspirierende, konzeptionelle Werkzeuge bereitstellt, andererseits ist es die Kunst, die der Mathematik durch alternative Darstellungsformen neue Perspektiven und Deutungsweisen zugänglich macht. Indem mathematische Informationen in eine visuelle Form überführt und z.B. mithilfe von Diagrammen oder Bildern dargestellt werden, können bisher nicht sichtbare Zusammenhänge sichtbar (gemacht) werden. In den meisten Fällen fungieren Visualisierungen in Form von Bildern und Diagrammen jedoch lediglich zur Veranschaulichung komplexer mathematischer Berechnungen, um die Struktur eines Arguments zu vermitteln und Argumente in kleinere, leichter zu verstehende Teile zu zerlegen. Im Gegensatz zu einer Formel erlaubt das Bild die unmittelbare Darstellung von Zusammenhängen. Allerdings, so lautet die Kritik von Franke (vgl. 1999, S. 5), könne mithilfe eines Bildes immer nur ein singulärer Fall abgebildet werden, während die Formel eine Vielzahl unterschiedlicher Einzelfälle beinhalte. Nichtsdestotrotz machen Visualisierungen komplementäre Beschreibungsformen mathematischer Problemlösungsansätze zugänglich, die immer auch ästhetische Momente beinhalten. Insofern kann die Kunst der Mathematik neue Werkzeuge und Methoden und damit einhergehend auch neue Ausdrucksmöglichkeiten bereitstellen. Allerdings operiert die Kunst unter anderen Rahmenbedingungen, da Künstler:innen im Gegensatz zu Mathematiker:innen gemeinhin nicht den Anspruch besitzen, ihre Problemlösungsstrategien nachzuweisen (vgl. Malkevitch 2020, S. 4).

Der Zusammenhang von Mathematik, Kunst und Ästhetik reicht zurück bis in die griechische Antike, in der – hier ganz bewusst in der maskulinen Form – Ästhetiker Versuche anstellten, die Schönheit von Dingen im Allgemeinen und künstlerischen Artefakten im Besonderen mittels Regeln und mathematischer Modelle zu erfassen. Der sogenannte *Goldene Schnitt* (lat. *sectio aurea*) oder auch die *Göttliche Teilung* (lat. *proportio divina*) ist vermutlich das älteste und traditionsreichste Beispiel, das die numerische Ermittlung und Beschreibung des Natur- und Kunstschönen zum Ziel hatte. Bereits Euklid setzte sich ca. 300 v. Chr. in seinem Werk *Die Elemente* systematisch mit der Arithmetik und Geometrie seiner Zeit auseinander, wobei insbesondere dem Goldenen Schnitt eine besondere Relevanz zuteil wurde. Der Goldene Schnitt beschreibt ein Teilungsverhältnis einer Strecke, bei dem sich der größere Teil der Strecke A zum kleineren Teil B so verhält, wie die Summe A+B zum größeren Teil A (vgl. Strick 2020, S. 177ff.):

$$B/A = A/(A + B)$$

Im Übergang vom Mittelalter zur Renaissance mehrere Jahrhunderte später erlebte die mathematische Beschreibung von Natur- und Kunstschönem im wahrsten Sinne des Wortes eine Wiedergeburt. Der technologische Fortschritt wurde vorangetrieben, es gab erste Universalgelehrte wie da Vinci, der nicht nur als Maler, Bildhauer und Architekt, sondern auch als Anatom und Ingenieur wirkte. In seiner Ab-

handlung *Trattato della pittura*, die er um 1495 verfasste und die erst lange nach seinem Tod im Jahr 1651 publiziert wurde, umschreibt da Vinci die Malerei als eine Wissenschaft und zielt damit auf eine »Verwissenschaftlichung der Kunst« ab, die für die Renaissance kennzeichnend ist (vgl. S. Vogel 2021a, S. 90). So scheint es auch kein Zufall zu sein, dass ausgerechnet da Vinci Pacioli's Werk *De divina proportione* (dt. Über das göttliche Verhältnis) von 1509 illustrierte. Aus dieser Zeit stammt auch seine berühmte Zeichnung des *Vitruvianischen Mannes*, dessen Proportionen ebenfalls dem Goldenen Schnitt entsprechen (vgl. R. Verhulst 2019, S. 320). Bezeichnungen für dieses besondere Teilungsverhältnis wie *golden* oder *göttlich* verweisen auf die Faszination, die von diesem Verhältnis ausgeht und sich nicht zuletzt in der Breite der Anwendungen begründet: So spielt der Goldene Schnitt etwa bei der Untersuchung natürlicher Vorgänge wie etwa von Pflanzen- und Tierwachstum (z.B. von Schnecken und Muscheln), aber auch in der Kunst sowie der Architektur eine nicht zu unterschätzende Rolle (vgl. F. Verhulst und Walcher 2010, S. 3).

Ebenso bedeutsam und einflussreich war die Einführung der Zentralperspektive, die die Sicht auf die Welt grundlegend veränderte, indem sie die Darstellung räumlicher Szenen auf einer ebenen Fläche erlaubte und so eine Überwindung naiv anmutender mittelalterlicher Malweisen ermöglichte. Filippo Brunelleschi war der erste namentlich bekannte Maler und Architekt, der in der frühen Renaissance einen Entwurf einer Kirche so darstellte, wie sie tatsächlich perspektivisch zu sehen war. Damit gilt er als der Erfinder der Zentralperspektive, indem er als erster Regeln zur Darstellung dreidimensionaler Gebilde und Räume entwickelte (vgl. Krotz 2012, S. 27ff.). Obwohl die Darstellung zweidimensional blieb, konnte der Bildgegenstand dennoch als dreidimensional wahrgenommen werden. Kunstwerke bildeten fortan den individuellen Standpunkt des Kunstschaffenden ab, womit sich einerseits das Selbstverständnis der Kunstschaffenden selbst, andererseits die Art und Weise der Betrachtung veränderte; den Betrachtenden wurde bei der Auseinandersetzung mit solcherlei Werken fortan ein spezifischer Standpunkt vorgegeben, den sie einnehmen mussten, um die Bilder richtig zu sehen (vgl. Fürstenberg 2012, S. 15). Damit stellten Mathematiker – wie in der Kunst sind aus dieser Zeit nur vereinzelte namentlich bekannte Mathematikerinnen hervorgegangen – Kreativ- und Kunstschaffenden jene *Werkzeuge* zur Verfügung, die ihnen helfen, ihre Ausdrucksfähigkeit zu erweitern (vgl. Malkevitch 2020, S. 3). Dabei experimentiert die Kunst mit ihren eigenen Entstehungsbedingungen und Voraussetzungen. Insbesondere die Arbeiten von Pablo Picasso sind für ihre multiperspektivische Darstellungsweise bekannt, indem er die abgebildeten Dinge und Körper in geometrische Formen zerlegt und auf neuartige Weise rekonstruiert. Während sich Picasso auf die simultane Darstellung unterschiedlicher Perspektiven konzentriert, ist Maurits C. Escher für seine widersprüchlichen, perspektivischen Darstellungen möbiusbandartiger Treppen bekannt. Eschers Werke bilden auf einer zweidimensionalen Fläche dreidimensionale Objekte und Gebilde ab, die physisch undenkbar wären (vgl.

ebd., S. 13). Allein Kunstschaffenden »wird zugestanden, dass sie solche perspektivischen Sehgewohnheiten durchbrechen« (Krotz 2012, S. 29). Nickel und Rottmann (2006, S. 151) sprechen in diesem Zusammenhang auch von einer »endgültigen Zerstörung« des zentralperspektivisch organisierten Bildraums, der sich in der Neuzeit etablierte. Neben der kreativ-künstlerischen, ja spielerischen Auseinandersetzung mit unterschiedlichen perspektivischen Darstellungsweisen lassen sich weitere Kunstschaffende ausmachen, die sich dem Formenrepertoire der Geometrie bedienen. Darunter sind Wassily Kandinsky, Piet Mondrian und Paul Klee. Durch die Verwendung geometrischer Formen werden unmittelbare Bezüge zur Mathematik hergestellt, wobei diese – zumindest bei Piet Mondrian – oftmals gar nicht beabsichtigt waren. Ihm ging es vor allem um eine harmonische Beziehung zwischen Farben, Flächen und Linien (vgl. Schneider 2008, S. 268). Demgegenüber gab es auch Künstler wie Max Bill – einst Schüler von Kandinsky am *Bauhaus* –, die sich explizit der Mathematik zuwendeten, sodass das Quadrat im fortschreitenden 20. Jahrhundert zum dominanten Bildgegenstand in der Kunst wurde (vgl. Nickel und Rottmann 2006, S. 152). Anknüpfend an diese Entwicklungen führte van Doesburg (2001) im Jahr 1924 den Begriff der *konkreten Kunst* ein, um sich nicht zuletzt von *abstrakter Kunst* abzugrenzen. Die konkrete Malerei sei keine abstrakte, weil nichts konkreter sei als eine Linie, eine Farbe, eine Fläche. Es sei das Konkretwerden des menschlichen Geistes (vgl. Nickel und Rottmann 2006, S. 151). In seinem Manifest *Die Grundlagen der konkreten Malerei* (Doesburg 2001) setzt er diesen Gedanken fort, wonach alle Naturformen durch Kunstformen ersetzt werden sollten. In Bezug auf derartige moderne Formen künstlerischen Ausdrucks wird eine eindeutige Unterscheidung zwischen rein künstlerischen und rein mathematischen Arbeiten immer schwieriger (vgl. R. Verhulst 2019, S. 319).

Mathematische Ideen, Muster und Regelmäßigkeiten treten jedoch nicht immer in Gestalt geometrischer Formen auf, ihre Bezüge sind vielfältig und facettenreich. Ähnlich wie der Goldene Schnitt können Fraktale (lat. *fractus*, gebrochen) als Beispiel dafür herangezogen werden, wie natürliche Formen mathematisch beschreibbar und gleichzeitig als künstlerisch wertvoll betrachtet werden können. Dabei handelt es sich um Figuren, die solcherlei iterative<sup>1</sup> Prozesse veranschaulichen, die in eine Selbstähnlichkeit münden und sich etwa in natürlichen, aber auch in künstlichen und geometrischen Gebilden und Erscheinungen wiederfinden lassen, z.B. Wolken, Küstenlinien, Bäume, Schneeflocken usw. Wie Wolkenformationen und flackernde Flammen sind einige Fraktale andauernden Veränderungen unterworfen, während

1 Eine Iteration (lat. *iterare*, dt. Wiederholen) beschreibt in der Mathematik einen sich in gleicher oder ähnlicher Weise wiederholenden Prozess zur Approximation einer bestimmten Lösung. In der Informatik wird nicht nur der Prozess der Wiederholung als Iteration bezeichnet, sondern auch das Wiederholte selbst.

andere wie Bäume oder unser eigenes Gefäßsystem, jene Strukturen beibehalten, die sie in ihrer Entwicklung ausgebildet haben. Bei der genauen Betrachtung eines Baums oder einer Schneeflocke lassen sich bei Vergrößerung bis zu einem bestimmten Grad immer dieselben Strukturen auffinden, d.h., dass jeder Ast oder Zweig einem verkleinerten Baum und jeder Eiskristall einer verkleinerten Schneeflocke gleicht. Dabei ist die Ähnlichkeit nicht streng, sondern stochastisch, sodass keine real vorkommende Struktur beliebig oft vergrößert werden und dabei immer gleich aussehen kann. Fraktale stellen demnach vereinfachte Idealisierungen komplexer, scheinbar chaotischer Prozesse und Strukturen dar und übertreiben bestimmte Aspekte, um diese zu visualisieren (vgl. Peitgen und P. H. Richter 1986, S. 5). Derartige Visualisierungen können Einsichten in sonst versperrte komplexe Erkenntnisdimensionen gewähren und die Schönheit der Mathematik auch für Nicht-Mathematiker:innen zugänglich machen (vgl. Rötzer 1993, S. 72).

Inwiefern solcherlei Visualisierungen auch als *Kunst* verstanden werden können, wurde 1983 zum Gegenstand der öffentlichen Diskussion, als Mathematiker Peitgen und Physiker Richter eine Ausstellung ihrer *Bilder aus der Theorie der dynamischen Systeme* kuratierten, in der sie computergenerierte Visualisierungen präsentierten. Sie gingen davon aus, dass die Ästhetik der Bilder selbst ausreichen würde, um ihr Publikum von ihnen zu überzeugen. Stattdessen forderten die Betrachtenden Erklärungen zu den ausgestellten Bildern. Es könne sich dabei unmöglich um Kunst handeln, da es den Bildern an Elementen der Wahl oder des freien Ausdrucks fehle, lautete die Rezension eines Kunstkritikers der *Zeit* (vgl. Peitgen und P. H. Richter 1986, S. 20). Peitgen und Richter gehen demgegenüber davon aus, dass der Computer ohne Zutun eines kreativen Geistes schlicht nicht dazu in der Lage ist, Bilder hervorzubringen:

»There is plenty of freedom involved in their generation, both in an objective and in a subjective sense. As scientists, we choose specific questions on which we let the computer do its powerful work. When the machine has done its job we are left with a wealth of objective information that cannot be digested as such. Choices must be made. There are many ways to render that information accessible to further meaningful processing.« (ebd.)

Die Diskussion darüber, ob Fraktale als künstlerisch wertvoll verstanden werden können oder nicht und welche Rolle Kreativ- und Kunstschaffende vor dem Hintergrund computergestützter Produktionsprozesse einnehmen, scheint sich mit Blick auf das reziproke Verhältnis von technologischen Entwicklungen einerseits und künstlerischen Innovationen andererseits wie eine Konstante durch die Kunstgeschichte zu ziehen. Insbesondere hinsichtlich gegenwärtiger Entwicklungen im Bereich der Informatik, wenn es etwa um den vermehrten Einsatz autonomer und in diesem Sinne vermeintlich intelligenter Technologien geht, gewinnen Fra-

gen nach der Autor:innenschaft, nach der kreativen Leistung und auch nach dem künstlerischen Wert solcher Bilder an Bedeutung.

Wenngleich die Kunst prinzipiell frei von (natur-)wissenschaftlichen Regeln und Gesetzmäßigkeiten und im Gegensatz zur Mathematik nicht darauf ausgerichtet ist, ihre Werke oder ihren Entstehungsprozess zu beweisen (vgl. S. Vogel 2021b, S. 50f.) lassen sich diverse disziplinäre Überschneidungspunkte zwischen der Mathematik und der Kunst ausmachen. Beide Disziplinen widmen sich der Suche nach *Wahrheit* und *Schönheit*. Dieses gemeinsame Erkenntnisinteresse schlägt sich nicht zuletzt in einer spielerischen, Grenzen auslotenden Vorgehensweise nieder: Einerseits ist es die Mathematik, die der Kunst eine neue Sprache zur Beschreibung und Analyse bereitstellt – wobei einschränkend festgehalten werden muss, dass sich in den meisten Kunstwerken *irgendwelche* Strukturen ausmachen lassen, die nicht unbedingt mithilfe mathematischer oder geometrischer Standardformen oder Zahlenverhältnisse erfasst werden müssen oder können (vgl. R. Verhulst 2019, S. 333). Andererseits ist es die Kunst, die der Mathematik durch alternative Darstellungsweisen neue Perspektiven zugänglich macht und dadurch Unsichtbarem oder Nichtwahrnehmbarem eine visuelle Gestalt verleiht.

## 2.3 Zum Verhältnis von Kunst und Technologie

Die Betrachtung des Zusammenhangs von (Natur-)Wissenschaften und der Kunst im Allgemeinen sowie der Mathematik und der Kunst im Besonderen hat gezeigt, dass die jeweils vorherrschenden gesellschaftlichen wie auch technologischen Bedingungen einen direkten Einfluss auf die Art und Weise der Produktion von Kunst ausüben, sowohl in inhaltlicher wie auch struktureller Hinsicht:

»At various points in history, charcoal, paints, sculpting tools and techniques, ceramics, and printmaking apparatus were state-of-the-art technologies. More recently, photography, cinema, electric machines, lights, radio, recording technology, and video were considered high technology« (Wilson 2002, S. 9).

Kreativ- und Kunstschaaffende operieren folglich stets vor dem Hintergrund eben dieser sich kontinuierlich weiterentwickelnden und verändernden Strukturen. Während es aus einer (natur-)wissenschaftlichen Perspektive um eine Ergründung der Ursachen geht, rücken aus einer technologischen Perspektive Verfahrensweisen und -prozesse in den Fokus: »Engineers and technologists are seen as primarily interested in making things or refining processes, not in understanding principles« (ebd., S. 13). Ebenso geht es der Kunst, wie gezeigt wurde, in kreativ-künstlerischen Prozessen oftmals um das Ausloten materieller, technischer wie technologischer Möglichkeiten und Grenzen, sodass sich ein reziprokes Verhältnis zwischen Kunst

und Technologie ausmachen lässt. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Technik im Sinne des altgriechischen Begriffs *téchne*, der auf (erlernbare) (Kunst-)Fertigkeiten abzielt und abzugrenzen ist von Technik als Gesamtheit technischer Apparaturen, die wiederum der Ausübung von (erlernbaren) (Kunst-)Fertigkeiten dienen, und Technologie, verstanden als »Wissenschaft von Technik im Sinne von Verfahrenstechniken« (Barth 2017, o. S.), aber auch als Bezeichnung für technische Systeme. Vor diesem Hintergrund geht es dann um den Beitrag, den die Technologie – hier verstanden als Bezeichnung technischer Systeme – zu kreativ-künstlerischer Selbstexpression leisten kann bzw. mit Blick auf die Kunstgeschichte bereits geleistet hat. Anhand der Fotografie kann exemplarisch gezeigt werden, welche Bedeutung der Technologisierung der Kunst im fortschreitenden 20. Jahrhundert zukommt. In der Mitte des 20. Jahrhunderts erlebt die Kunst mit der Einführung der Computertechnologie eine grundlegende Veränderung, wie anhand zahlreicher unterschiedlicher Stile und Kunstgattungen und nicht zuletzt anhand der sogenannten *algorithmischen Kunst* deutlich wird. Die frühen computergestützten Formen der Kunst bilden schließlich das Fundament für heutige Formen von KI-Kunst. Wenngleich es sich bei KI-Kunst um ein vergleichsweise junges Phänomen handelt, erweist sich der Begriff mit Blick auf die rasanten Entwicklungen der vergangenen Jahre als zu ungenau und uneindeutig (vgl. Merzmann 2023, S. 8).

### 2.3.1 Technik und *téchne*

Wie bereits in Bezug auf das Verhältnis von Kunst und (Natur-)Wissenschaft im Allgemeinen und Kunst und Mathematik im Besonderen herausgestellt wurde, lassen sich Kunst, Wissenschaft und *Technik* auf einen gemeinsamen begrifflichen Ursprung zurückführen: In seiner ursprünglichen Verwendungsweise zielt der *téchne*-Begriff auf die Fähig- und Fertigkeiten ab, die es zum Erbauen eines Hauses bedarf, und umfasst in erster Linie die Arbeit mit Holz. Diese handwerklichen Fertigkeiten sind schließlich für den Beruf des Zimmermanns (*tekton*) als einen der ersten sich entwickelnden Berufe kennzeichnend. Der *téchne*-Begriff fungierte zunächst als Sammelbegriff für ein besonderes Geschick, ein besonderes Wissen, das auf eine spezifische Art und Weise der Organisation und Planung ausgerichtet ist. Daran anknüpfend etablierten sich weitere Berufsgruppen, die jeweils eine eigene *téchne* besaßen (vgl. Bilstein 2020, S. 3). Allerdings wurde das Konzept der *téchne* seit der griechischen Antike im Zuge von Überlieferungen bis ins Mittelalter immer wieder neu ausgelegt, sodass sich in unterschiedlichen Verwendungskontexten verschiedene latinisierte Schreibweisen des *téchne*-Begriffs und damit einhergehend veränderte Bedeutungen herausbildeten. Durch die lateinische Übersetzung (*artes*) haben sich die *technai* (*téchne* im Plural) schließlich in der römischen Welt angesiedelt, wobei zwischen den freien (*artes liberales*) und den mechanischen Künsten (*artes mechanicae*), also zwischen den schönen und den nützlichen Künsten, unter-

schieden wurde. Der altgriechische *téchne*-Begriff ist folglich – wie gezeigt wurde – nicht nur eine Bezeichnung für handwerkliches Können und Tun, sondern im Sinne der *ars* oder *artes* auch eine Bezeichnung für die schönen Künste (vgl. Bilstein 2014, S. 495). Eine solche Konzeption von *téchne* stellt immer auch auf menschliches Einwirken ab und impliziert damit einhergehend immer auch den Menschen als Künstler:in oder Handwerker:in. In welchem Verhältnis Mensch und Technik zueinanderstehen, welche Beziehung sie eingehen, welche Machtstrukturen und Hierarchien sich aus dieser Beziehung herausbilden, versucht Heidegger (1996) in *Die Technik und die Kehre* aus einer technikphilosophischen Perspektive herauszustellen. Heidegger lehnt eine Unterscheidung von *Technik als Mittel zum Zweck* auf der einen Seite und *Technik als menschliches Tun* auf der anderen Seite ab. Er macht darauf aufmerksam, dass beide Konzeptionen von Technik ineinander aufgehen, dass die Technik sowohl als menschliches *Tun* als auch als *Mittel* begriffen werden kann, als Mittel zum Erreichen von Menschen gesetzten Zwecken. Heideggers Konzeption von Technik verweist darauf, dass eine poetische verkörperte Praxis, die die Dinge nicht nur abstrakt und instrumentell behandelt, in der Tat die Bedingung für die Möglichkeit der Entstehung von etwas ist, das wir überhaupt Kunst nennen können (vgl. Adiwijaya und Rizky 2018, S. 23).

Während Heidegger gerade *nicht* davon ausgeht, dass Technik als eine Verlängerung oder Erweiterung des Menschen verstanden werden kann, weil er Technik eine jeweils spezifische Eigenlogik zuspricht (vgl. Heidegger 1996, S. 12), der sich der Mensch zu stellen hat (Heidegger prägt damit den Begriff des *Ge-stells*), fokussiert Bilstein (2020) eben diesen Aspekt aus einer technikanthropologischen Perspektive. Bilstein, der sich u.a. auf Heideggers Arbeiten bezieht, bezeichnet diese (Handwerks-)Künste als Diener:innen oder auch als Prothesen des Menschen, die als Mittel für einen bestimmten Zweck eingesetzt werden:

»Wie Prothesen also helfen die Errungenschaften der Technik uns Menschen, sie vergrößern unsere Wirkungskräfte und unsere Lebensmöglichkeiten an vielen Stellen, aber sie bleiben doch äußerliche Hilfsmittel, Prothesen eben, ohne die wir recht armselig durchs Leben laufen würden.« (ebd., S. 2)

Insofern stellt Technik in vielerlei Hinsicht eine Erleichterung des alltäglichen Lebens dar. Sie vermittelt den Anschein, ohne menschliches Zutun zu funktionieren, der Umgang mit ihr ist aufgrund ihrer Omnipräsenz zur Selbstverständlichkeit geworden, und doch bleibt sie weitgehend unsichtbar. Erst im Fall technischen Versagens wird die Technik als solche sichtbar. Dem allgemeinen, geläufigen Verständnis von Technik als ein Gerät oder eine Maschine wird hiermit eine Begriffskonzeption gegenübergestellt, die auf Fertigkeiten und Praktiken abstellt und damit unhintergebar an den Menschen gebunden ist. Diese Fertigkeiten und Praktiken sind stets an einen bestimmten Zweck gebunden, sie werden also zum Mittel zum Zweck:

»man's effort to cope with his physical environment – both that provided by nature and that created by man's own technological deeds, such as cities – and his attempt to subdue or control that environment by means of his imagination and ingenuity in the use of available resources« (Kranzberg und Pursell 1967, S. 4, zit.n. Wilson 2002, S. 13).

In dieser Perspektive geht es darum, dass der Mensch mithilfe der Technik, die er sich zu eigen macht, alles, was ihn umgibt – die natürliche und die durch seine eigenen technischen Leistungen geschaffene Umwelt – unter seine Kontrolle bringt. Es geht um sein Bemühen, mit seiner Umwelt zurechtzukommen, und um seinen Versuch, sich diese Umwelt, die alle Elemente, räumliche, zeitliche und nicht zuletzt auch soziale Verhältnisse umfasst, mit den ihm zur Verfügung stehenden (technischen) Mitteln und Ressourcen – oder mit Bilstein (2020, S. 4) mit seinen »Geschicklichkeiten« und »Ersatz-Geräten« – zu unterwerfen.

Gleichzeitig sind es sozio-kulturelle wie -technische Bedingungen, denen sich der Mensch unterwerfen muss, wenn er sich Technik zu eigen macht: »Bezogen sind diese Könnensweisen immer auf die unhintergehbaren Zwänge, denen das Leben der Menschen unterliegt, und auf die spezifisch menschlichen Geschicklichkeiten, mit denen man diesen Lebens-Not-Wendigkeiten begegnen kann« (ebd., S. 3). Insofern lässt sich ein reziprokes – mitunter paradoxes – Verhältnis von Mensch und Technik ausmachen, indem sich der Mensch bestimmte Fertigkeiten, Praktiken und in diesem Sinne Techniken zu eigen macht, um seine Umwelt zu unterwerfen und sich dabei gleichzeitig der jeweils spezifischen Eigenlogik der Technik unterwirft. In diesem Zusammenhang äußert Bilstein in Anlehnung an Heidegger die Sorge, dass die der Technik eingeschriebene Wirkmacht den Menschen zu bestimmen droht und dass sie nicht länger nur als Mittel zum Zweck fungiert. Dabei stellt er infrage, was passiert, »wenn ursprünglich zweckgebundene Fertigkeiten und Techniken sich zu verselbstständigen beginnen« und dazu tendieren, »sich von uns zu lösen« (Bilstein 2020, S. 6f.) – eine Frage, die oftmals im Zusammenhang mit KI, insbesondere in dystopischen Szenarien, die an Science-Fiction-Klassiker der 1980er Jahre erinnern, diskutiert wird; van Mensvoort (2006) spricht in diesem Zusammenhang auch von einer »Next Nature«, wobei sich menschlich erzeugte Artefakte und Technologien zusehends der Kontrolle des Menschen entziehen. Man müsse sich auf diese Geräte einlassen, sie kennenlernen, respektieren und beachten, sich ihnen und ihren Bedingungen angleichen, wie Bilstein (vgl. 2020, S. 7) unter Rückbezug auf Heideggers Vortrag über die *Frage nach der Technik* (1955) herausstellt, wonach der »Anpassungszwang« als ein zentrales Merkmal »moderner und industrieller« Technik gilt. Diese Bedingungen oder gar Zwänge, die die Technik dem Menschen auferlegt bzw. die er sich zu einem gewissen Grad selbst auferlegt, indem er sich Technik unterwirft, um etwas weniger »armselig« durchs Leben zu laufen, lassen es fraglich erscheinen, inwiefern die Erleichterung durch Technik – im Sinne einer Komplexi-

tätsreduktion oder -bewältigung – ins Gegenteil umschlägt. Es darf dabei nicht in Vergessenheit geraten, dass (jede) Technik selbst immer ein Produkt menschlichen Denkens und Handelns ist, das der Mensch zu einem bestimmten Zweck hergestellt hat und verwendet, das er nicht vernachlässigen darf: »Nicht nur die mehr oder weniger edlen und wichtigen Ziele, die wir uns im Leben vornehmen, müssen beachtet und gepflegt werden, sondern auch die Mittel, die wir für diese Ziele einsetzen« (ebd., S. 17).

Ähnlich wie Heidegger und Bilstein geht auch Baecker (2011) aus einer soziologischen Perspektive davon aus, dass (eine) Technik weder von selbst existiert noch funktioniert, dass sie stattdessen einer aktiven Bemühung im Sinne der Einrichtung des Menschen bedarf. Dies betrachtet er als Grund dafür, dass »Technik seit jeher als Kunst im Sinne von handwerklicher Kunstfertigkeit« (ebd., S. 179) betrachtet wird. Er beschreibt Technik als eine wiederholbare »Sequenz von Ereignissen« (ebd.), wobei sowohl Ausgangs- als auch Endzustände definiert sind. Damit verweist Baecker darauf, dass jeder Technik stets eine Entscheidung »für das Funktionierende und gegen das Nichtfunktionierende« (ebd., H. i. O.) vorausgeht. Beim Einrichten der Technik geht es dann um die Frage, was mit der Technik bezweckt werden soll. Und auch die Frage danach, was *nicht* passieren soll, nimmt dabei keinen geringeren Stellenwert ein: »Technik ist Positivität im Kontext von Negativität« (ebd., S. 180). Durch eine Hervorhebung der Wiederholbarkeit, des »wiederholbaren Abrufs« (ebd., S. 179), findet einerseits eine Betonung der Zeitlichkeit statt, andererseits rückt dadurch schließlich die Einrichtung, verstanden als Instandsetzung der Technik und in diesem Sinne die Gemachtheit, in den Hintergrund. Weiterhin charakterisiert Baecker Technik immer durch eine Form von Selbstreferenzialität, d.h., »dass eine Technik in jedem Moment ihrer Einrichtung, ihrer Definition von Anfang und Ende und sogar in ihrem Verweis auf die Natur der Sache Entscheidungen trifft, die in ihr und nirgendwo sonst motiviert sind« (ebd., S. 182), sodass auch in dieser Perspektive die Grenze von *Technik als Mittel zum Zweck* und *Technik als menschliches Tun* verschwimmt.

Dass die Auseinandersetzung mit Technik im 20. Jahrhundert vornehmlich durch kritische, technikpessimistische Perspektiven geprägt ist, lässt sich Baecker zufolge an drei zentralen Grundgedanken festmachen: Kontaktverlust, Vereinfachung und Erkenntnis. »Der Kontaktverlust negiert Zusammenhänge; die Vereinfachung übersieht Wesentliches; die Erkenntnis verfolgt eine Perspektive, die anderes ausblendet« (ebd., S. 183). Wenngleich Technik bspw. bei Bilstein (2020, S. 2) als Prothese betrachtet wird, »ohne die wir recht armselig durchs Leben laufen würden«, hält Baecker (2011, S. 183) fest, dass der Verlust ein Verlust bleibt, »auch wenn er mit dem Gewinn einer Vereinfachung einhergeht. Und wie unter den Bedingungen einer Vereinfachung noch von Erkenntnis die Rede sein kann, selbst wenn sie im Betrieb der Welt nur nebenbei noch abfällt, ist vollends rätselhaft«. Daran anknüpfend stellt Baecker in Anlehnung an Heidegger (1962) die *Frage nach*

der Technik, die darauf abzielt, »wie die Technik welchen Unterschied trifft und was dieser Unterschied über die Welt zu erkennen gibt« (Baecker 2011, S. 183, H. i. O.). Heideggers Annahme, dass diese Frage umso rätselhafter werde, je mehr die Technik befragt und als Kunst begriffen werde, nimmt Baecker kritisch in den Blick, weil

»gerade die Kunst im modernen Verständnis [...] technischer, nämlich einrichtender, sequenzialisierender, sich auf die Natur einer Sache einlassender Umgang mit Wahrnehmung [ist], an dessen Gewalt sich auch dann nichts ändert, wenn dieser Umgang selbst zum Objekt der Wahrnehmung wird und die Kunst sich romantisch vor dem Kontext verneigt, in dem auch das noch möglich ist.« (ebd., S. 184)

Das bedeutet, dass Kunst und Technik nicht nur durch einen gemeinsamen begrifflichen Ursprung miteinander verbunden sind. Sowohl der Kunst als auch der Technik wird stets eine bestimmte Eigenlogik zugesprochen, die trotz angestrebter Vereinfachung im Sinne einer Komplexitätsreduktion oftmals in einen Zuwachs an Komplexität und damit einhergehend in eine Kontingenzsteigerung mündet: »Erwartbar ist, dass etwas passiert, nachdem etwas anderes passiert ist. Erwartbar ist jedoch nicht, was genau passiert. Niemals passiert nichts« (ebd., S. 186). Insofern kann die *Frage nach der Technik* auch als Frage nach eben diesen Kontingenzen, »nach den Spielräumen, innerhalb deren [sic!] die Anzahl der Freiheitsgrade in der Einrichtung von Serien variiert und moderiert werden kann« (ebd., S. 187), verstanden werden. Dabei scheint die Zahl der Freiheitsgrade kaum überschaubar, sodass mit der Technik eine »erschreckende Freiheit« (ebd., S. 191) einhergeht: »Es sind Dinge möglich, die wir uns vorher nicht vorgestellt haben, und sie klären im Medium ihre Möglichkeiten über eine Welt auf, die uns dadurch zugleich bekannter und unbekannter, zugleich vertrauter und unvertrauter wird« (ebd.). Es ist also nicht nur die Vereinfachung, die zu einer Steigerung der Kontingenz führt, sondern auch die schiere Masse an (technologischen) Möglichkeiten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein solches Technikverständnis auf die bereits von Heidegger (1996) hervorgehobene, dem Begriff der *téchne* inhärente Doppeldeutigkeit von *Technik als Mittel zum Zweck* und *Technik als menschliches Tun* abhebt. Die Grenzen verschwimmen insbesondere dann, wenn Technik, wie Baecker (vgl. 2011, S. 182) betont, als selbstreferenziell verstanden wird, sich in sich selbst begründet und damit in sich selbst und nirgendwo sonst motiviert ist. In einer solchen Konzeption konvergieren die Verständnisse von Technik als Werkzeug und Technik als Handwerk – auch verstanden als poetische, verkörperte Praxis im Sinne eines künstlerischen Handwerks. Damit wird ein wechselseitiges Verhältnis von Mensch und Technik erkennbar: Auf der einen Seite ist (keine) Technik ohne den Menschen denkbar. Weil (jede) Technik, wie Baecker herausstellt, durch Sequenzialität, d.h. durch eine sequenzielle Abfolge von Ereignissen gekennzeichnet ist, die sich in ei-

ner prinzipiellen Wiederholbarkeit niederschlägt (vgl. ebd., S. 179), erweckt sie jedoch den Anschein, ohne menschliches Zutun zu funktionieren. Damit verbunden ist schließlich eine besondere Zeitlichkeit, die (jeder) Technik zugeschrieben werden kann. Auf der anderen Seite wird der Mensch ohne Technik Bilstein (2020) als unvollständig, nicht funktionsfähig und armselig beschrieben. Technik erweitert den Handlungsspielraum des Menschen um unvorstellbare Möglichkeiten. Gleichzeitig ist (jeder) Technik eine gewisse Eigenlogik eingeschrieben, der sich der Mensch gewissermaßen zu stellen bzw. zu unterwerfen hat. Sowohl Mensch als auch Technik unterliegen dabei stets den jeweils vorherrschenden sozio-kulturellen, -materiellen, -politischen und -technischen Bedingungen. Vor diesem Hintergrund bedarf es nicht nur eines *fürsorglichen* Umgangs mit jenen Techniken und Praktiken, mit denen der Mensch die Welt gestaltet, formt und verändert, wie Bilstein (vgl. ebd., S. 18) unter Rückgriff auf Heidegger herausstellt, sondern zudem eines *kritischen* Umgangs, der jene sozio-kulturellen, -materiellen, -politischen und -technischen Bedingungen reflektiert, aus denen menschliche Techniken und Praktiken hervorgehen.

### 2.3.2 Technologische Innovation in der Kunst

Während technologische Innovation immer technisch ist, indem sie stets auf dem Einsatz technischer Geräte und Apparaturen basiert, kann sie in Anlehnung an die ursprüngliche Konzeption des *téchne*-Begriffs in umgekehrter Weise immer auch als künstlerisch verstanden werden, wie Coeckelbergh (2018) in seinem Beitrag *The art, poetics, and grammar of technological innovation as practice, process, and performance* herausstellt. Auch seine Überlegungen fußen auf dem *téchne*-Begriff, allerdings macht er für seine Argumentation die in der griechischen Antike getroffene Unterscheidung von *physis*, *téchne* und *poiesis* fruchtbar. Während sich die *physis* auf die natürliche Umgebung des Menschen bezieht, die sich seiner Kontrolle prinzipiell entzieht, stellt *téchne* auf eine Art menschlichen Schaffens ab, die gewissermaßen auch als poetische, verkörperte Praxis im Sinne eines künstlerischen Handwerks verstanden werden kann. Die *poiesis* kann als Hybrid aus beiden Konzepten verstanden werden, die zwar menschliche Aspekte der Herstellung umfasst, gleichzeitig aber Prozesse beschreibt, die nicht vollständig kontrollierbar sind bzw. denen eine bestimmte Eigenlogik inhärent ist (vgl. ebd., S. 504). Die wechselseitige Beeinflussung von Technologie und Kunst ist nach Coeckelbergh die Voraussetzung für Innovation.

Ein kurzer Streifzug durch die Kunstgeschichte hat bereits deutlich gemacht, dass sich die Kunst seit jeher der jeweils vorherrschenden Werkzeuge, Mittel und Methoden ihrer Zeit und daran anknüpfend auch (natur-)wissenschaftlichen Prinzipien und Erkenntnisse bedient. In umgekehrter Weise gibt es eine Reihe von Forschungsprojekten und Unternehmen, die technologische Innovationen mit der Kunst in Verbindung bringen. Als Ausdruck dessen können etwa Kunst-

und Technologielabore wie z.B. das *MIT Media Lab* oder das *Ars Electronica Future Lab* angeführt werden, die sich an Kunstinstitutionen und Universitäten angesiedelt haben. Allerdings ist der Zusammenhang von Wissenschaft, Technik und künstlerischem Ausdruck nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern ist (spätestens) heute zu einem populären Phänomen avanciert (vgl. ebd., S. 501f.). Dass diese künstlerischen Phänomene, die sich zwischen diesen Disziplinen bewegen und (vermittelnd) operieren, dennoch als *neuartig* wahrgenommen werden, fußt mitunter auf der (öffentlichen wie wissenschaftlichen) Annahme, dass diese Disziplinen in einem gewissen Widerspruch zueinanderstehen. Wie gezeigt wurde, werden Wissenschaft und Technik gemeinhin als objektiv, auf das *Universelle* ausgerichtet, betrachtet, während die Kunst als subjektiv, auf das *Besondere* ausgerichtet, angesehen wird. In dieser Sichtweise geht es Coeckelbergh (vgl. ebd., S. 502) zufolge bei der Kunst darum, der physischen Welt ein Konzept aufzuerlegen, der Materie eine Form zu geben. Diesem Verständnis liegt folglich die Idee eines menschlichen Schöpfenden, menschlicher Intention und Vorstellungskraft zugrunde, die materialisiert wird und umgekehrt der Materie eine Form aufzwingt. Indem Technik konzeptionell als *téchne* gefasst wird, wird stets ihre künstlerische, performative Seite mitgedacht, die sich im Modus der *poiesis* entfaltet. Coeckelbergh schlussfolgert, dass, wenn sich die *téchne* der technologischen Innovation nicht grundlegend von der Kunst unterscheidet, die technologische Innovation poetischer und künstlerischer ist als angenommen, dass sie der Kunst sehr ähnlich, wenn nicht gar identisch ist (vgl. ebd., S. 509). So erscheint es nicht verwunderlich, dass die Verbindung und die gegenseitige Bezugnahme von Kunst, Wissenschaft und Technik, die – wie gezeigt wurde – im Grunde seit jeher für die Kunst kennzeichnend ist, insbesondere im 19. und 20. Jahrhundert mit zunehmendem technologischen Fortschritt an Fahrt aufnimmt. Allerdings gelingt es der Technik nicht, »jene kreative Innovation zu erfassen, deren augenfälliger Ausdruck sie selbst ist« (De Carolis 2011, S. 302). Dafür, so argumentiert McLuhan (1992, S. 83) aus einer medienphilosophischen Perspektive, »wird der Künstler unentbehrlich bei der Gestaltung und Analyse und zum Verständnis der Lebensformen und Strukturen, die die Technik der Elektrizität hervorbringt«. Dem Kreativ- und Kunstschaffenden schreibt McLuhan die Fähigkeit zu, kulturelle und technische Herausforderungen zu antizipieren, lange bevor sie transformierend wirken:

»Der Künstler ist der Mensch, der auf jedem Gebiet der Natur- oder Geisteswissenschaften die Tragweite seines Schaffens und der neuen Erkenntnisse seiner Zeit erfasst. Er ist ein Mensch mit vollem und ganzem Bewußtsein. Der Künstler kann das Verhältnis der Sinne zueinander berichten, noch ehe ein neuer Anschlag der Technik bewußte Vorgänge betäubt. Er kann es berichten, noch bevor die Betäubung und ein unterschwelliges Herumtappen und die Reaktion einsetzen.« (ebd., S. 84)

Damit erklärt er Kreativ- und Kunschtschaffende zu Fachleuten für die menschliche Wahrnehmung, die »die Veränderungen in der Sinneswahrnehmung« (ebd., S. 30) erkennen. Er geht davon aus, dass die Auswirkungen, die sich durch den Einsatz von Technik ergeben – hier im Sinne technischer Systeme und Apparaturen –, nicht in gesellschaftlichen Meinungen oder Vorstellungen zum Ausdruck kommen, sondern demgegenüber in einer Veränderung der »Gesetzmäßigkeiten unserer Wahrnehmung« (ebd.). Das bedeutet, dass sich das wechselseitige Verhältnis nicht nur in einem Abhängigkeitsverhältnis von Mensch und Technik niederschlägt, in dem (jede) Technik auf den Menschen bzw. auf menschliches Zutun und der Mensch umgekehrt auf Technik angewiesen ist, die im McLuhan'schen Sinne auch als Erweiterung des Körpers, des Nervensystems, der sinnlichen Wahrnehmung und der Vorstellungskraft des Menschen verstanden werden kann (vgl. ebd., S. 109), deren Eigenlogik er sich wiederum unterwerfen muss, um sie sich zu eigen machen zu können. Dieses wechselseitige Verhältnis schlägt sich auch in veränderten Darstellungs- und damit Wahrnehmungskonventionen nieder, indem jede technologische Neuerung »das Verhältnis aller Sinne zueinander« (ebd., S. 82). verändert. Dahingehend trifft Weibel im Gespräch mit Vogel (2021a) eine Unterscheidung zwischen zwei Typen Kreativ- und Kunschtschaffender: Es gebe ihm zufolge solche, die vorherrschende (Medien-)Technologien so einsetzen, wie es vorgesehen ist, und solche, die Technologie »disruptiv«, d.h. subversiv, einsetzen, indem sie z.B. bestehende Apparaturen verändern und für ihre Zwecke umfunktionieren, damit die Eigenlogik im Sinne der Eigenheiten spezifischer (Medien-)Technologien zum Vorschein bringen und diese als stilistische Mittel einsetzen.

»Er [der Kunschtschaffende] macht keine schönen Bilder, wie sie aus der Tradition der Malerei ableitbar sind, sondern er macht Bilder, wie sie ausschließlich mit der jeweiligen Maschine zu machen sind. Er zeigt in seinen Werken, wie die Apparate funktionieren und wie diese Apparate Bilder konstruieren. Schließlich zeigt er auch, wie die Apparate nicht nur die Bildwelten, sondern auch die Weltbilder konstruieren.« (ebd., S. 87)

Kreativ- und Kunschtschaffende setzen also bestimmte Techniken – im Sinne menschlichen Tuns – ein, die auf ein gezieltes Spiel mit der menschlichen Wahrnehmung ausgerichtet sind, greifen dabei auf technische Systeme und Apparaturen zurück und machen sich deren eingeschriebene Eigenlogiken zunutze. In der Folge gehen mit dem Einsatz neuer Techniken nicht nur neue Darstellungs- und Wahrnehmungsweisen einher, sondern auch veränderte Kunst-, aber auch Selbstverständnisse Kreativ- und Kunschtschaffender, wie es z.B. anhand der Einführung der Zentralperspektive sichtbar geworden ist. Die größte Umwälzung in der Kunst führte wohl die Fotografie herbei. Maler:innen wurden dadurch herausgefordert, dass die malerische Nachahmung der natürlichen Welt, die nun fotografisch

festgehalten werden konnte, nicht länger notwendig war. »Das Aufkommen der elektrischen Medien befreite die Kunst sofort aus dieser Zwangsjacke« (McLuhan 1992, S. 71f.). Im Impressionismus wendeten sich Künstler:innen zunehmend ihrer inneren Gefühlswelt und der Art und Weise zu, wie die gegenständliche Welt vor ihren Augen in Erscheinung trat. Auch multiperspektivische Darstellungsweisen im Expressionismus sowie die Zerteilung des Bildraums in geometrische Formen, wie es für kubistische Kunst kennzeichnend war, können als Resultat dessen gelesen werden. Die veränderten Darstellungsweisen der modernen Kunst führen schließlich zu einer »Umstülpung der Wahrnehmungsverhältnisse« (Sprenger 2017, S. 42) und sensibilisierten die Welt für die Effekte von (Medien-)Technologien, sie gaben die »Auswirkungen des Mediums auf den Inhalt und die Botschaft seines impacts zu erkennen« (ebd., H. i. O.). Gleichzeitig stand die Fotografie in ihren Anfängen massiv unter Druck, indem ihr vorgeworfen wurde, sie habe einen reproduzierbaren Charakter. Benjamin (2019) befürchtete, dass die daraus hervorgehenden Kunstwerke ihre Originalität, ihre Einzigartigkeit, was er als den *auratischen* Wert bezeichnet, verlieren würden.

Mit zunehmendem technologischem Fortschritt richteten Kreativ- und Kunstschaffende den Fokus auf den Einsatz und die Konstruktion von Maschinen (lat. *machina*, dt. Erfindung, aber auch im Sinne von Kunstwerk), die neben der Verrichtung mechanischer Aufgaben ebenso für kreativ-künstlerische Verfahrensweisen eingesetzt wurden (vgl. Bessette 2018, S. 1). Kreativ- und Kunstschaffende, so Bessette, mutierten zu Ingenieur:innen, da sie sich in kreativen Experimenten mit Maschinen auseinandersetzten und dabei neue Formen der Konvergenz zwischen Kunst und Maschine etablierten. Dabei spricht Bessette von »art involving actual mechanical articulation«, »the machine as art« oder umgekehrt von »art as machine« oder auch von »machinic art« und adressiert damit angesichts der Vielfalt und Komplexität dieser Kunstformen die Herausforderung einer eindeutigen Definition (vgl. ebd., S. 3f.). Insbesondere die Arbeiten des schweizer Künstlers Jean Tinguely nehmen Bezug auf technologische Entwicklungen, die für die 1960er Jahre kennzeichnend sind. »Die neuen Entdeckungen und Erfindungen verkörperten damals, zumindest auf den ersten Blick, ein klassisches Ideal der Moderne: die Beherrschung der Natur durch die Vernunft – und somit durch den Menschen« (De Carolis 2011, S. 281). Auf den zweiten Blick zeigt sich, dass neben dem ersten Flug ins All im Zuge des Kalten Krieges vor allem die Entwicklung der Wasserstoff- oder Atombombe vorangetrieben wurde. Jean Tinguelys Arbeiten können sodann als Ausdruck oder Symptom eines »war of machines« betrachtet werden. Seine sich selbst zerstörende Arbeit *Hommage à New York* von 1960 verweist auf die maschinelle Zerstörung (vgl. Bessette 2018, S. 4) und wirft damit einen kritischen Blick auf das Verhältnis von Mensch, Maschine und seiner Umwelt. Einerseits reflektieren derartige kreativ-künstlerische Auseinandersetzungen jeweils vorherrschende sozio-kulturelle, -materielle, -politische und -technische Bedingungen: Was sagt diese Kunst über die

tatsächlichen Bedingungen der Gesellschaft und was sagt sie über die angestrebte Zukunft aus? Andererseits liefern Kreativ- und Kunschtschaffende (neue) Einblicke in die Möglichkeiten der Maschine, indem sie sich mehr und mehr auf neue Formen und die technologischen Möglichkeiten einstellen (vgl. McHale 1969, S. 38). Während sich Jean Tinguely vorwiegend mit mechanischen Maschinen beschäftigt, setzt sich bspw. der Künstler Nicolas Schöffer mit der Entwicklung elektronischer Maschinen auseinander.

Mit der Entwicklung und Etablierung der wissenschaftlichen Disziplin der Kybernetik (von gr. *kybernetes*, dt. Steuermann) (Wiener 1948), die schließlich den Ausgangspunkt für die Forschung rund um Künstliche Intelligenz markiert (vgl. S. J. Russell und Norvig 2012, S. 37f.), findet in den 1950er Jahren ein Paradigmenwechsel statt, weil *die Maschine* nicht länger mechanische Aufgaben verrichtet, sondern stattdessen auf die Verarbeitung von Informationen ausgerichtet ist. Damit lässt sich ein Übergang zu einer unsichtbaren Maschine, einer »Dematerialisierung« der Maschine und damit das Ende des »mechanischen Zeitalters« festmachen (vgl. Besette 2018, S. 5). Durch den damit einhergehenden zunehmenden Einsatz von Software in der Kunst in den 1970er Jahren, so stellt Besette unter Bezug zu Burnham (1968) heraus, kann dann auch eine Demarkationslinie zu früheren Formen der maschinell erstellten Kunst gezogen werden.

Um den Einsatz des Computers in der Kunst und aktuelle Entwicklungen rund um den Einsatz von KI in kreativ-künstlerischen Verwendungskontexten verstehen zu können, scheint ein Rückblick auf die Kunst des 20. Jahrhunderts und die damit verbundenen technologischen Errungenschaften unerlässlich (vgl. ebd., S. 7). Spätestens mit der Erfindung der Fotografie haben Kreativ- und Kunschtschaffende damit begonnen, technische Geräte in ihren Schaffensprozess zu integrieren, wodurch sich nicht zuletzt neue Techniken herausgebildet haben. Künstler:innen wie Wissenschaftler:innen haben sich gleichermaßen mit technischer Unterstützung bisher unsichtbare, unhörbare, schlicht nicht wahrnehmbare Bereiche zugänglich gemacht und teilen sich somit ein gemeinsames Wirkungsfeld, auf dem sie gleichberechtigt agieren (vgl. Peitgen und P. H. Richter 1986, S. 3). Dass nicht jede technologische Neuerung in der Kunst mit Euphorie und Befürwortung begrüßt wird, ist vermutlich charakteristisch für jede Form künstlerischer sowie technologischer Innovation. Die von Benjamin (2019) formulierten Thesen zum *Kunstwerk im Zeitalter technischer Reproduzierbarkeit* und vom »Verlust der Aura«, die er bereits in Hinblick auf die Fotografie proklamiert, scheinen durch die Einführung des Computers in den 1960er und folgenden Jahren in kreativ-künstlerischen Bereichen an Tragweite zu gewinnen. Nake, einer der Pioniere der Computerkunst, modifiziert Benjamins Thesen »angesichts der Öffnung jeglicher Art von Medium hin zur digitalen Codierung« und spricht vom Kunstwerk im Zeitalter seiner »immateriellen Produzierbarkeit« (Nake 1999, S. 177). Mit dem Aufkommen und dem vermehrten Einsatz von (komplexen) rechenbasierten Technologien in der Kunst, so könnte man behaupten,

besteht die Möglichkeit für eine *Rückkehr des Auratischen*, indem es sich dabei um eine Form der Erzeugung von einzigartigen Artefakten handelt.

## 2.4 Zum Verhältnis von Kunst und KI

Der Einzug von (komplexen) rechenbasierten Technologien oder auch KI in kreativ-künstlerischen Praktiken wird nicht mit weniger Skepsis betrachtet oder mit weniger sorgenvollen Narrativen in Verbindung gebracht als die Fotografie zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Dabei wird oftmals die Verdrängung von Kreativ- und Kunstschaffenden proklamiert und der von Barthes (Allen 2004) postulierte Tod des Autors (frz. *La mort de l'auteur*, dt. Der Tod des Autors) aus dem Jahr 1967 und die damit verbundene Frage nach der Sinnstiftung von und durch Kunstwerke in ein ganz neues Licht gerückt. Gleichzeitig bringt die zunehmende Verbreitung und Popularität von Tools wie *Dall-E*, *midjourney* und *Stable Diffusion*, aber auch die Integration smarterer bzw. KI-gestützter Funktionen in Softwareumgebungen wie bspw. *Adobe Photoshop*, hoffnungsvolle, beinahe utopische Vorstellungen zum Vorschein, wonach durch das sogenannte *Prompting* jede:r ein:e Künstler:in werden könne (vgl. Ahlborn 2023b, S. 45). Der Einsatz derartiger Tools zur Gestaltung und Hervorbringung von Bildern ist stets mit Fragen nach Autor:innenschaft, Intentionalität, Kreativität, Originalität, Sinnstiftung etc. verbunden (Alexeev 2023; Bajohr 2022b; Blank 2024; Manovich 2023), gleichzeitig muss dahingehend festgehalten werden, dass nicht jedes Bild notwendigerweise auch Teil der Kunstwelt sein muss (Bajohr 2022b).

Mit Blick auf die historische Entwicklung der Kunst, die sich durch eine kontinuierliche Verbindung *zu* und Verzahnung *mit* anderen Disziplinen auszeichnet, erscheint der Einsatz von KI in der kreativ-künstlerischen Praxis nicht nur nicht verwunderlich, sondern hinsichtlich der rasanten technologischen Entwicklungen im fortschreitenden 20. Jahrhundert – im Besonderen durch die Entwicklung des Computers – als logische Konsequenz.

### 2.4.1 Anfänge der algorithmischen Kunst

In den 1950er und 60er Jahren setzen Kreativ- und Kunstschaffende vermehrt Computer ein, um kunstförmige Artefakte (z.B. Bilder, Gedichte, Musikstücke etc.) zu erschaffen (vgl. McIver Lopes 2021, S. 399). Der Computer diene dabei als »visuell-auditives Instrument« (Franke 2007, S. 189) und ermöglichte nicht nur neue Produktions-, sondern auch neue Rezeptions- und Interaktionsweisen: »Liegt erst einmal ein Programm vor, [...], dann kann der Künstler/Programmierer auch einige Struktur bestimmende Parameter offen lassen, die dann bei der Präsentation von ihm selbst oder auch von jemand anderem live und improvisierend eingegeben werden« (ebd., S. 188f.). Die ersten computergenerierten Artefakte waren jedoch

weit weniger komplex und auch weit weniger intendiert. Im Jahr 1962 war Michael Noll als Praktikant in den Bell Labs in Murry Hill, New Jersey, tätig, als er beim Programmieren eines IBM-7090-Plotters einen bug entdeckte, der merkwürdige Zeichen hervorbrachte. Noll, der diese Zeichen als interessant und künstlerisch wertvoll betrachtete, widmete sich daraufhin der Frage, inwiefern derartige Resultate gezielt erreicht werden könnten. In der Publikation *Patterns by 7090* für die Bell Labs schreibt er jedoch nicht über Kunst, sondern lediglich über Muster: »Rather than risk an unintentional debate at this time on whether the computer-produced designs are truly art or not, the results of the machine's endeavors will simply be called ›Patterns‹« (Noll 1962, S. 1). Mit dieser Annahme, die erzeugten Muster seien künstlerisch wertvoll, ging er vor Gericht und versuchte, für dieses erzeugte Artefakt das Urheber:innenrecht zu erlangen. Im darauffolgenden Jahr erstellte Noll im Alter von 26 Jahren als wissenschaftlicher Assistent mithilfe des Z45-Graphomaten, ein programmgesteuerter Zeichentisch des Rechenzentrums der Universität Stuttgart, erste sogenannte Computographien. Mit fortschreitender Entwicklung des Computers und vor allem mit gesteigerten Rechenleistungen und -kapazitäten wurde aus diesem ursprünglichen Fehler eine neue Kunstströmung, deren zentrales Merkmal der Einsatz sogenannter Pseudo-Zufallsgeneratoren war. In Deutschland, Frankreich und den USA entwickelten sich etwa zeitgleich Communitys, die sich der neuen technologischen Möglichkeiten bedienten: »Die Kombination Computer/Zeichensystem stellte sich als faszinierendes grafisches Werkzeug heraus« (Franke 1984, S. 10). Mittels mathematischer Modelle wurden vielfältige Kunstwerke erzeugt, die in den ersten Jahren kaum hätten ähnlicher aussehen können. Sie basierten auf vergleichsweise einfachen Algorithmen. Die Faszination gegenüber der neuen Technologie war jedoch nicht nur auf Seiten der Produzent:innen groß, auch in der Kunstwelt interessierte man sich sehr für den Einsatz des Computers zu kreativ-künstlerischen Zwecken. Im Jahr 1965 richteten Noll und Nees die erste Ausstellung von Computerkunst in Europa aus, bei der sie abstrakte Muster, Strichzeichnungen und Linien präsentierten. In der Folge mussten sie sich scharfer öffentlicher Kritik aussetzen: Im Spiegel (18/1995) war die Rede von »pseudoschöpferischen Maschinen«, »faule Künstler« hieß es in der »Stuttgarter Zeitung« vom 11. November 1965. Die Kunst wurde als »kalt« und »seelenlos« bezeichnet, weil sie scheinbar ohne menschliches Zutun erzeugt wurde (vgl. Bajohr 2022b). Tatsächlich waren die ersten Visualisierungen auch nicht in erster Linie künstlerisch motiviert, da sich ein »großer Teil der sogenannten Computergrafik [...] der Visualisierung mathematisch beschreibbarer Zusammenhänge« (Franke 1999, S. 3) widmete.

»Where scientists of earlier generations had to simplify their equations drastically or give up completely, we are able to see their full content on the display monitor. In graphical representation, natural processes can be comprehended in their full

complexity by intuition. New ideas and associations are stimulated, and the creative potential of all those who think in pictures is awakened.« (Peitgen und P. H. Richter 1986, S. 3f.)

Die Visualisierung mathematischer Problemstellungen ermöglichte folglich die Sichtbarmachung bisher unsichtbarer Zusammenhänge und machte damit neue Erkenntnisse auf eine sinnliche Art und Weise zugänglich. Wenngleich die Visualisierung zunächst nicht von künstlerischem Interesse geprägt war, lieferte der Einsatz des Computers dennoch neue Werkzeuge und Techniken für die Kunst. So ist es auch nicht verwunderlich, dass die Pioniere der Computerkunst sowohl aus dem Bereich der Naturwissenschaften als auch aus dem Bereich der Kunst kamen: Frieder Nake war damals Mathematiker an der Universität Stuttgart, Georg Nees arbeitete ebenfalls als Mathematiker bei Siemens in Erlangen, Herbert W. Franke als Physiker und Science-Fiction-Autor; aus dem Bereich der Kunst sind Manfred Mohr, ein deutscher Digitalkünstler, der 1971 im *Musée d'art moderne de la Ville de Paris* die weltweit erste museale Einzelausstellung kuratierte, Vera Molnar, eine ungarische Medienkünstlerin und Harold Cohen, ein britischer Maler und später auch Programmierer, der ab 1974 an AARON (einem Algorithmus für die Zeichenbewegung der menschlichen Hand für einen autonomen Computer als Zeichenmaschine) mitarbeitete, zu nennen. In den 1980er Jahren wurde schließlich ART+COM gegründet, eine deutsche Organisation, die sich auf Forschung konzentriert, die die Perspektiven der Computertechnologie, der Kommunikation und des Designs miteinander verbindet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die meisten Innovationen aus einem interdisziplinären Prozess hervorgehen (vgl. Wilson 2002, S. 43). Nicht nur scheint die Kunst von technologischem Fortschritt zu profitieren, sie fungiert auch als Motor, der diesen technologischen Fortschritt antreibt. Der offene und zugleich kreative Umgang mit Technologien trägt dazu bei – wie etwa der Fehler des Plotters in den 1960er Jahren deutlich gemacht hat –, dass sich neue Phänomene allererst entwickeln.

Ausgehend von der Interdisziplinarität, die für diese Kunstform kennzeichnend ist, lassen sich zahlreiche unterschiedliche begriffliche Bestimmungen finden, die von *generativer Kunst* über *Computerkunst* bis zu *Medienkunst* reichen, wobei insbesondere letztere sehr allgemein gehalten ist, da jede Kunst schon immer als Medienkunst betrachtet werden muss (vgl. T. Meyer 2012, S. 137). Während Noll in den 1960er Jahren den Begriff der *ComputerArt* stark macht und Weibel von *digitaler Kunst* spricht, nimmt Nake eine Abgrenzung zu diesen Begriffen vor, »richtig trifft erst *Algorithmische Kunst*« (Nake 2021d, S. 7, H. i. O.). Algorithmische Formen des Ausdrucks zeichnen sich durch einen »Riss zwischen Denken und Zeichnen, zwischen geistiger Vorstellung und materieller Tat« (ebd.) aus, der durch den Algorithmus überwunden werden kann.

»Diese Bilder sind gedacht. Sie existieren als Instanzen einer Klasse. Wir sehen sie nach wie vor als einzelne Stücke. Doch ästhetisch interessant werden sie durch die Klasse, die sie repräsentieren. Sie entspringen dem Gedanken mehr als der Hand. Wir begegnen in den algorithmischen Bildern einem radikalen Bruch, der diese Art von Kunst auszeichnet« (Grabowski und Nake 2019, S. 91).

So charakterisiert auch Nees die Ergebnisse solcher »Kunst-Algorithmen« bereits 1969 nicht als (faktische) Kunst, sondern als Modelle von Kunst. Unabhängig von unterschiedlichen begrifflichen Bestimmungen dieser Kunstformen lassen sich dennoch einige Eigenschaften herausstellen, die für sie kennzeichnend sind. Sie können durch eine sichtbare Oberfläche und eine unsichtbare Unterfläche beschrieben werden: »Als Oberfläche sind sie *für uns*. Was für uns ist, ist wahrnehmbar, muss wahrnehmbar sein. Als Unterfläche sind sie *für den Computer*. Was für ihn ist, ist berechenbar, muss berechenbar sein. Beide Modi sind untrennbar miteinander verschränkt und beeinflussen sich stark.« (Nake 2021a, S. 345, H. i. O.) Dies hat zur Folge, dass das algorithmisch konstituierte Bild zur selben Zeit sichtbar – oder auf andere Art und Weise wahrnehmbar – und berechenbar ist. »Only in the realm of analytic thinking can we separate the surface from the subface. Ontologically they belong together« (Nake 2021b, S. 136). Damit einhergehend ist diese Kunstform durch »das Paradigma der Berechenbarkeit« (Warnke 2014a, S. 280) gekennzeichnet, die wiederum mit der Ausführbarkeit verbunden ist.

»An die Stelle des einzelnen, materiell hier und jetzt vorhandenen Werkes war eine unendliche, potenziell in einer automatisch ausführbaren Beschreibung angelegte Ansammlung von Werken getreten. Das Werk war ersetzt worden durch ein generatives Schema. [...] Ein und dasselbe Schema konnte weitere Werke produzieren.« (Nake 2021c, S. 84)

Neben der beschriebenen Ober- und Unterfläche, der Berechenbarkeit und der damit verbundenen Ausführbarkeit ist zudem die Interaktivität ein Kennzeichen für bestimmte Ausprägungen und Werke, die sich dieser Kunstform zuordnen lassen. Damit werden Nutzer:innen bzw. Betrachter:innen gewissermaßen zu einer weiteren Variable im Kunstwerk: »Interaktion modelliert den User, parametrisiert ihn oder sie, verführt zu genau den Handlungen, die im System als Nutzerverhalten angelegt sind« (Warnke 2004, S. 63). Dadurch kann die »interaktive Medienkunst [...] die Verzahntheit von Mensch und Maschine anschaulich« (Warnke 2014a, S. 284) und mitunter sogar unmittelbar leiblich erfahrbar machen.

In den 1990er Jahren wurde die algorithmische Kunst schließlich »zu einer Sparte der Medienkunst respektive Digital Art« (Weibel 2021b, S. 83). Mit Beginn des 21. Jahrhunderts veränderte sich das Bild der *Computerkunst* bzw. *digitaler Kunst* grundlegend. Erhöhte Rechenleistung, optimierte Speicherkapazitäten und verbesserte

Hard- und Software haben dazu beigetragen, dass die Zahl künstlerischer Artefakte diverser Sparten unter dem Label der *digitalen Kunst* explodierte und sich die Künste nachhaltig transformierten.

»While traditional art and crafts education was also based on copying the works of other masters, digital media changes this practice qualitatively. It externalizes person's thinking and creative process turning it into a sequence of discrete operations with numerical parameters defining their details.« (Manovich 2022, S. 8)

Eine digitale Kunst blieb nicht länger der Imitation der sichtbaren Welt verhaftet, sie ging darüber hinaus: »Wie die Wissenschaft, welche bekanntlich dort beginnt, wo die natürliche Perzeption endet, weil sie deren Grenzen mit Theorien und Apparaten überschreitet, geht auch die digitale Kunst über die natürliche Perzeption und Anschauungswelt hinaus« (Weibel 2021a, S. 28). Damit ging auch eine »Ablösung vom Gewohnten« (Warnke 2014a, S. 279) einher. Mit diesen neuen, mitunter ungewohnten Darstellungsweisen waren schließlich auch die Bestrebungen verbunden, die Ästhetik dieser Werke begrifflich zu erfassen. Ausgehend von Birkhoff (1933) Überlegungen zur Bestimmung eines ästhetischen Maßes – lange vor dem Aufkommen und der Verbreitung des Computers – gab es vermehrt »Versuche einer rational ausgerichteten Kunstwissenschaft, die statistische Methoden zur Beschreibung ästhetischer Strukturen anzuwenden versuchte« (Franke 1999, S. 3), z.B. *Informationsästhetik*, *Technikästhetik*, *generative Ästhetik* usw. Indem alle digitalen Wahrnehmungsangebote, so auch die digitale Kunst, »den Gesetzen der Rasterung und Quantisierung unterliegen« (Warnke 2014a, S. 278), müsste – so die Annahme – auch die *ästhetische Information* in umgekehrter Weise quantifizierbar und messbar gemacht werden können (vgl. Nake 2014, S. 287). Solche informationsästhetischen Positionen markieren eine Abkehr von idealistischen und romantischen Positionen der Ästhetik. Auch wenn die Versuche, mithilfe mathematischer Modelle Aussagen über den ästhetischen Wert von Kunstwerken zu treffen, nach Giannetti (2004) als gescheitert betrachtet werden können, stellen diese unterschiedlichen Konzepte einer Informationsästhetik ein Vokabular bereit, um sich der Ästhetik algorithmischer Kunstformen begrifflich anzunähern. Da unterschiedliche Kunstformen auf spezifische Ausdrucks- und Darstellungsweisen zurückgreifen, stellen sie differenzierte ästhetische Sinnformen dar, deren Eigenlogik sich in der ästhetischen Erfahrung widerspiegelt.

»So gewinnt die Medienkunst, die die paradoxe Funktion hat, die berufsmäßig unsichtbaren Medien sichtbar zu machen, neue Bedeutung. In Form sinnlicher Erkenntnis ist sie, ganz anders als die Wissenschaft, viel unmittelbarer und schlagartiger dazu in der Lage, Sachverhalte künstlerisch zu verdichten.« (Warnke 2014a, S. 285)

Ein Beispiel für digitale Formen der Kunst, die die Eigenlogik des Digitalen und Algorithmischen zum Ausdruck bringen – und wie einst die algorithmische Kunst auf eine fehlerhafte Darstellung zurückzuführen ist –, ist *Glitch Art* (Menkman 2011; Nöth und Cestari 2023; Trösch 2023). Der Begriff *Glitch* bezeichnet umgangssprachlich einen kurzzeitigen Fehler in einem elektrischen System, der z.B. durch Spannungsschwankungen oder Signale mit falscher Dauer hervorgerufen wird (vgl. Goriunova und Shulgin 2008, S. 110) und unvorhersehbare Ergebnisse erzeugt: »Like in this ›nature‹-generated sublime, the glitch is an uncanny or overwhelming experience of unforeseen incomprehension« (Menkman 2011, S. 30). Goriunova und Shulgin (2008) gehen davon aus, dass Glitches eine Manifestation *echter* Software-Ästhetik sind, weil sie jenseits der üblichen, allgegenwärtigen Computerästhetik Einblicke in die innere Struktur des Computers bzw. der zum Einsatz kommenden Software ermöglichen. Dabei offenbart ein Glitch zwar nicht die *eigentliche* Funktionalität des Computers, zeigt jedoch die konventionellen Strukturen auf, nach denen digitale Räume organisiert sind und lässt damit die Gesetze »der Rasterung und Quantisierung« (Warnke 2014a, S. 278) durchscheinen. Auf eine ähnliche Art und Weise können KI-Kunst bzw. Kunstwerke, die unter Zuhilfenahme von (komplexen) rechenbasierten Technologien hervorgebracht wurden, die Eigenheiten komplexer Technologien wie KI und das komplexe Zusammenspiel von Algorithmen- und Dateninfrastrukturen sichtbar bzw. anderweitig sinnlich erfahrbar machen (vgl. Ahlborn 2023c, S. 48).

Ein Blick auf die historische Entwicklung der algorithmischen Kunst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts sowie zu Beginn des 21. Jahrhunderts offenbart eine begriffliche Unschärfe, die scheinbar nicht nur für die Anfänge der algorithmischen Kunst kennzeichnend, sondern mit Blick auf gegenwärtige Auseinandersetzungen noch immer vorherrschend ist. *Medienkunst*, *digitale Kunst* und *algorithmische Kunst* werden dabei oftmals als austauschbare Begriffskonzepte verwendet, obgleich sich hier eine eindeutige Verhältnisbestimmung vornehmen lässt: Jede Kunst ist – mit T. Meyer (2012) – schon immer Medienkunst gewesen. Auch ist jede digitale Kunst letztlich immer algorithmisch konstituiert, indem bei der Erstellung oder auch bei der Präsentation auf bestimmte computergestützte Verfahren und/oder Programme zurückgegriffen wird. Hier werden unter algorithmischer Kunst insbesondere solcherlei Formen der Kunst verstanden, die explizit auf der Grundlage geschriebener Algorithmen basieren, deren Ursprünge in den 1960er Jahren liegen. Sie können als Vorreiter für KI-Kunst betrachtet werden – und umgekehrt sieht Weibel (vgl. 2021b, S. 82) KI-Kunst als den vorläufigen Höhepunkt der algorithmischen Kunst.

## 2.4.2 (Komplexe) Rechenbasierte Technologien und Kunst

Einer ähnlichen begrifflichen Unschärfe begegnet man, wenn man sich dem Begriff KI-Kunst zuwendet. Medienwissenschaftler und Data Scientist Manovich (vgl. 2023, S. 3f.) zufolge sind Begriffe wie *generative media*, *AI media* oder *generative AI* austauschbar, indem sie sich alle auf den Prozess der Herstellung und/oder Bearbeitung medialer Inhalte beziehen (lassen), die sich unterschiedlicher KI-Verfahren bedienen. So stellt auch Alexeev heraus, dass KI-Kunst oftmals als »Passepartout-Wort« verwendet wird, unter das zahlreiche künstlerische Sparten subsumiert werden. Der Begriff KI-Kunst werde dabei auf »die Gesamtheit der Kunstwerke, die unter Beteiligung verschiedener KI-Verfahren entstanden sind« (Merzmensch 2023, S. 8) angewendet, weshalb der Begriff von Künstler:innen abgelehnt werde. Dahingehend nimmt Alexeev eine Unterscheidung zwischen solchen Formen von KI-Kunst vor, die *erstens* (beinahe) ohne menschliches Zutun von KI-Modellen ausgegeben, die *zweitens* mithilfe von KI-Tools nach- oder weiterbearbeitet und die *drittens* von KI-Output inspiriert und in diesem Sinne nicht generiert wurden. Obgleich der Zusammenhang von KI und Kunst erst seit wenigen Jahren in den Fokus wissenschaftlicher Auseinandersetzungen geraten ist, lassen sich bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt diverse divergierende Beschreibungen ausfindig machen, die zum Teil im Laufe der vergangenen Jahre – mit Blick auf eine sich etablierende kreativ-künstlerische Praxis und fortschreitende technologische Entwicklungen – einer Überarbeitung bzw. einer begrifflichen Schärfung unterzogen wurden. So beschreibt bspw. Manovich KI-Kunst im Jahr 2019 noch als *Programme*, die mit einem signifikanten Grad an *Autonomie* neue Artefakte oder Erfahrungen hervorbringen, die von professionellen Mitgliedern der Kunstwelt als zur zeitgenössischen Kunst zugehörig anerkannt werden (vgl. Manovich 2019, S. 1f.). Eine solche Perspektive verleugnet jedoch einerseits die Rolle von Kreativ- und Kunschtschaffenden im Prozess der Hervorbringung von kreativ-künstlerischen Erzeugnissen, andererseits werden KI damit einhergehend Eigenschaften wie Kreativität, Intentionalität und/oder Autor:innenschaft zugeschrieben. Zwischen 2021 und 2024 erarbeitet Manovich angesichts der zunehmenden Verbreitung von KI-Tools gemeinsam mit Arielli (Manovich und Arielli 2024) eine medienwissenschaftlich sowie -philosophisch fundierte Perspektive auf das Verhältnis von KI und Ästhetik. In diesem Zusammenhang beschreiben sie KI als *Tool* und diskutieren u.a. die Frage, inwiefern diese Technologien Konzepte wie Kreativität zur Disposition stellen (vgl. Arielli 2021, S. 10).

Die Frage danach, inwiefern KI als kreativ verstanden werden kann, diskutierte die Kognitionswissenschaftlerin Boden (1995) bereits in den 1990er Jahren in ihrem Artikel *Creativity and Artificial Intelligence*. Darin beschreibt sie Kreativität als Wesensmerkmal *menschlicher* Intelligenz, wobei neben kognitiven Prozessen auch motivationale und emotionale Faktoren Berücksichtigung finden. Eine kreative Idee

ist gemäß Boden dadurch gekennzeichnet, dass sie als neuartig (für das Individuum oder historisch neu), überraschend und wertvoll gilt (vgl. Boden 1998, S. 347). Boden geht davon aus, dass Algorithmen durchaus in der Lage sind, *Neues* zu generieren. Allerdings bedürfen diese Ergebnisse stets der Selektion und Bewertung, um als kreative Ideen identifiziert und hinsichtlich ihres Wertes beurteilt zu werden. Aber nicht nur die Bewertung der Artefakte ist in hohem Maße abhängig von menschlicher Urteilsbildung, sondern auch der kreative Prozess selbst, wie Physiker und Miller (2019, 2020) mehr als 20 Jahre später herausstellt: »High creativity requires consciousness, awareness of the world around us« (Miller 2019, S. 312). Zu einer ähnlichen Erkenntnis gelangt auch die Philosophin Kast (2022) bei der Bearbeitung der Frage, inwiefern Algorithmen schöpferisch sein können und die Maschine als Künstler:in betrachtet werden kann. KI (im weitesten Sinne) kann »weder Wahrnehmung noch Erfahrung von Welt [...] zugeschrieben werden« (ebd., S. 143) und verfehlt damit die »Grundvoraussetzung für die Schaffung eines Kunstwerks, für Schöpfungertum« (ebd.). Die Frage nach Kreativität ist folglich immer mit Fragen nach einem Bewusstsein sowie nach Intentionalität und damit zusammenhängend auch nach Handlungsfähigkeit verbunden. Arielli (2023) widmet sich vor diesem Hintergrund dem Konzept der *künstlichen Autor:innenschaft*. Dabei diskutiert er, wann Menschen eine:n Autor:in für notwendig halten und wann nicht: »The generation of AI-art thus becomes an interesting test case. It helps determine in which areas we feel the need for a recognizable subject behind an artifact and in which we can do without one« (Arielli 2023, S. 6). Er nimmt eine Differenzierung zwischen zwei Arten von Kunstschaffenden vor, die KI nutzen, um Bilder, Skizzen, Entwürfe oder Ähnliches zu erstellen. Dabei handelt es sich zum einen um den »author as selector«, der die erstellten Inhalte anschließend auswählt. In der Konsequenz werden zahlreiche Ergebnisse selektiert, welche der ursprünglichen Idee am nächsten kommen. Im Gegensatz dazu steht die Rolle des »author as prompt-engineer«, welcher sich webbasierter Tools bedient und durch sprachliche Aufforderungen, sogenannte *Prompts*, Inhalte generieren lässt. Diese Form der Auseinandersetzung bezeichnet Arielli als eine neuere Form der *indirekten* Autor:innenschaft (vgl. Arielli 2024, S. 17). Unter der Prämisse, dass KI als eigenständige:r Autor:in begriffen wird – eine Perspektive, die auch Manovich (2019) eröffnet hat –, werden die erzeugten Ergebnisse als Produkte von Entitäten mit eigener Handlungsfähigkeit betrachtet (vgl. ebd.). In diesem Zusammenhang stellt Arielli die Frage, welche Rolle Ergebnisse spielen, die über die Intention des Programmierenden bzw. Kunstschaffenden hinausgehen. Er kommt zu dem Schluss, dass Unvorhersehbarkeit oder die fehlende Verbindung mit der ursprünglichen menschlichen Intention *kein* Kriterium für die Urheber:innenschaft sein kann. Vielmehr sollte bei der Beantwortung der Frage nach der Autor:innenschaft die zugrundeliegenden Algorithmen- und Dateninfrastrukturen berücksichtigt werden. Das Zusammenspiel von Mensch und KI kann dann als Remix-Autor:innenschaft betrachtet werden, wobei die daraus resultierenden KI-Kunstwer-

ke gemäß Arielli (2023, 2024) als Verschmelzung verschiedener Einflüsse und nicht als Produkt eines einzigen kreativen Geistes definiert werden (müssen). Diese Form von Autor:innenschaft kann insofern als Reflexion kollektiver Intentionalität und Manifestation kollektiver Autor:innenschaft verstanden werden (vgl. Arielli 2024, S. 17). Arielli identifiziert eine vierte Form von Autor:innenschaft, die er als implizite oder auch imaginierte Autor:innenschaft bezeichnet. Diese wird erst durch die Betrachtenden erzeugt, indem sie KI Intention und Handlungsfähigkeit zuschreiben (vgl. ebd., S. 18). Arielli postuliert darüber hinaus eine fünfte Möglichkeit, wonach die Frage nach Autor:innenschaft und Intentionalität zukünftig obsolet werde. In der Konsequenz ergibt sich eine neue Form der Betrachtung ästhetischer Artefakte sowie die Frage, wie künftig mit Inhalten umgegangen werden kann, wenn Intentionalität nicht länger vorausgesetzt werden kann. Eine derartige Verschiebung würde dazu führen, dass der Fokus der Betrachtung auf die unmittelbare Auseinandersetzung mit den formalen und ästhetischen Qualitäten von Kunstwerken verlagert wird, wobei Fragen nach dem Ursprung der Werke entweder vermieden oder gar vollständig ausgeblendet werden (vgl. ebd., S. 19).

Die Festlegung bzw. Bestimmung eindeutiger Merkmale für KI-Kunst erweist sich schließlich in mehrfacher Hinsicht als herausfordernd. Einerseits erschwert die Vielzahl künstlerischer Sparten, die unter dem Begriff versammelt werden (vgl. Merzmensch 2023, S. 62), die Formulierung einer angemessen breiten und zugleich präzisen Definition, andererseits sind es die Komplexität rechenbasierter Technologien sowie der kontinuierliche technologische Fortschritt (vgl. ebd., S. 61). Grundsätzlich scheint KI-Kunst – jedenfalls im öffentlichen Diskurs – nicht weniger als ihre Vorgänger von einer Diskrepanz zwischen der Logik der Berechenbarkeit und der Freiheit künstlerischen Ausdrucks gekennzeichnet zu sein, die oftmals mit Fragen nach Kreativität, Intentionalität, Autor:innenschaft sowie der Rolle von Kreativ- und Kunstschaffenden in Verbindung steht. Diese Berechenbarkeit, die frühe Formen algorithmischer Kunst auszeichnet, wonach jedes »Detail des Outputs [...] bereits durch die Entwurfsentscheidungen der Künstler-Programmierer festgelegt« (Warnke 2014a, S. 280) ist, führt dazu, dass jede Spur von Kontingenz verschwindet, weil »alles [...] deterministisch, zwangsläufig, eben berechnend« (Warnke 2004, S. 5) geschieht. »Das Schöpferische berührt dementsgegen die Welt des Unbestimmten und Unberechenbaren. In der Kunst als Inbegriff von Schöpfung herrscht das Fantastische, Inspiration und Unwägbare« (Kast 2022, S. 135). Mit dem Einsatz (komplexer) rechenbasierter Technologien rückt an die Stelle der Berechenbarkeit allerdings die Wahrscheinlichkeit, sodass *ein bestimmter Input* unter denselben Bedingungen nicht länger in *einen bestimmten Output* überführt wird, sondern stattdessen »Daten und ›Programm« als statistische Abhängigkeit über das ganze System verteilt« (Bajohr 2022a, S. 485) sind. Das bedeutet, dass *vor* der Ausführung keine determinierenden Regeln existieren, die auf die zu verarbeitenden Daten angewendet werden.

Auf diese Art und Weise ist Kontingenz *wesentlich* für kreativ-künstlerische Schaffensprozesse im Zusammenhang mit KI.

»Nicht mehr der extreme Reduktionismus auf spärlichster, zum Teil nicht vorhandener Datenbasis der Sechziger, sondern die nur noch mit Computern zu bewältigende Datenflut im Internet bildet neuerdings die Voraussetzung und Möglichkeit eines maschinisierten Blicks speziell auf Bilder, und so auch auf die bildende Kunst.« (Warnke 2014b, S. 250f.)

Wie bereits angedeutet eröffnet diese Entwicklung mit Blick auf die Thesen von Benjamin (2019) am Anfang des 20. Jahrhunderts die Möglichkeit für eine *Rückkehr des Auratischen*, indem prinzipiell *kein* Ergebnis reproduzierbar ist. Stattdessen überraschen die Kunstwerke sowohl die Kreativ- und Kunstschaffenden als auch die Rezipierenden dieser Werke, sie bestechen durch Originalität und Einzigartigkeit, wie Mazzone und Elgammal (2019, S. 2) in in einer Studie herausgearbeitet haben: »The generative algorithm always produces images that surprise the viewer and even the artist who presides over the process«. Insofern kann Benjamins Argumentation folgend im Zusammenhang mit KI nicht länger die Rede vom Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit sein. Indem nie *nur ein* Ergebnis, sondern immer »nahezu unendliche Permutationen von Möglichkeiten« (Kirschenbaum 2024, S. 164f.) hervorgebracht werden, zeichnen sich Kunstwerke, die unter Zuhilfenahme von KI erstellt werden, durch Prozesshaftigkeit bzw. Performativität aus, die sich in einer Unvollendetheit und Unabgeschlossenheit niederschlägt, aber auch in einer besonderen Vielfalt und Vielzahl der Werke zum Ausdruck kommt. Weibel (2021b) schreibt KI-Kunst drei zentrale Merkmale zu: *Ersstens* Virtualität im Sinne ihrer elektronischen Informationsspeicherung, die über die natürliche Welt hinausragt, *zweitens* Variabilität im Sinne der Veränderbarkeit des Informationsgehaltes – insbesondere in interaktiven Installationen, in denen die Betrachtenden zu einer weiteren Variable werden, sodass das »Kunstwerk als Resultat einer auszuführenden Regel [...] in Abhängigkeit von dieser Variablen, dem Betrachter« (ebd., S. 82), entsteht – und *drittens* die Viabilität im Sinne eines lebensähnlichen Verhaltens des Informationssystems. Irreführenderweise benennt Weibel dieselben Merkmale in der Zeitschrift *Informatik Spektrum* als Merkmale *digitaler Kunst* (vgl. Weibel 2021a, S. 24). Wenngleich jede Form digitaler Kunst letztlich algorithmisch konstituiert ist, ist KI-Kunst mit Blick auf die Art und Weise der Kuration und Verarbeitung großer Datenmengen weitaus komplexer als andere Formen digitaler Kunst und insofern nicht mit digitaler Kunst gleichzusetzen. Die Kunsthistorikerin Scorzin (2021, S. 59) versteht KI-Kunst als Ausdruck unserer zeitgenössischen Remix- und Mash-up-Kultur, als eine »generative und emulative Kunstform«. Wie Weibel schreibt sie KI-Kunst Variabilität und Virtualität zu und ergänzt weitere formale Kennzeichen wie »Amalgamierung, Seriellität, Mutationen

und Morphing« (ebd.). Manovich geht in seinen Auseinandersetzungen zu KI-Ästhetik und KI-Kunst demgegenüber *nicht* davon aus, dass es sich bei KI-Kunst um Remix, um Nachbildung oder Simulation von Bestehendem handelt, »their newly generated outputs are not mechanical replicas or simulations of what has already been created [...] these are frequently *genuinely new* cultural artifacts with *previously unseen content, aesthetics, or styles*« (Manovich 2023, S. 6, H. i. O.). Ebenso lehnt Alexeev Bezeichnungen wie »Remix« oder »Resampling« ab, betrachtet sie gar als »Irrtum der Medien« (Merzmensch 2023, S. 41), da es sich bei bildgenerierenden Verfahren weder um Kopiermaschinen noch um Stilimitator:innen handle (vgl. ebd.). Er begründet seine Einschätzung anhand der Funktionsweisen unterschiedlicher bildgenerierender Verfahren. Obgleich KI-Kunst ein vergleichsweise junges Phänomen ist, lassen sich mit Blick auf den rasanten technologischen Fortschritt innerhalb der vergangenen zehn Jahre bereits einige Meilensteine der KI-gestützten Kunst festhalten.

Der Vorläufer bildgenerierender Verfahren lässt sich im Bereich der Computer Vision ausmachen, deren Ziel die automatische Objekterkennung und -klassifikation ist. Dafür werden sogenannte Convolutional Neural Networks (CNN) – zu deutsch faltende neuronale Netze – eingesetzt, die mit großen Bilddatensätzen trainiert werden, um schließlich andere Bilder Pixel für Pixel vergleichend zu analysieren (vgl. ebd., S. 15). Derartige Modelle wurden alsbald nicht nur zur Effizienzsteigerung verwendet, sondern auch für kreativ-künstlerische Zwecke (vgl. Alexeev 2023, S. 52). Kreativ- und Kunstschaffende nutzten diese Technologien, um den Inhalt von Bildern *erkennen* und beschreiben zu lassen und auf diese Art und Weise die Funktionsweisen der zum Einsatz kommenden Modelle anschaulich zu machen. Damit einhergehend verweisen sie auch darauf, dass die Ergebnisse immer nur auf berechenbaren Wahrscheinlichkeiten basieren, insofern nicht (immer) sinnvoll sind und die »endgültige Interpretation und Entscheidung [...] immer beim Menschen« (Merzmensch 2023, S. 16) liegt. Neben der Analyse bereits existierender Bilder gab es bereits 2015 erste Bestrebungen, derartige Modelle für generative Zwecke einzusetzen.

### **DeepDream und Style Transfer**

Im Mai 2015 arbeitet Künstler und Google-Forscher Alexander Mordvintsev gemeinsam mit Software-Ingenieur Mike Tyka an der Modifikation eines CNN. Gemeinsam entwickeln sie mit *DeepDream* ein Tool, das auf einem künstlichen neuronalen Netz basiert, mit mehr als 14 Millionen Bildern der Datenbank *ImageNet* trainiert wurde und vermeintlich erkannte Strukturen in Bildern »mit einer eigenen kreativen Interpretation« (ebd.) hervorhebt. Nicht selten kommt es jedoch vor, dass das System durch falsch interpretierte Bilder Trugbilder erzeugt, indem nicht eindeutig identifizierte Objekte als bestimmte Dinge, z.B. Hunde oder Katzen, erkannt werden, die tatsächlich gar nicht vorhanden sind (vgl. ebd., S. 17). Tatsächlich aber er-

kennt das System gar nichts, weder Hunde noch Katzen. Stattdessen wird das Bild in Pixel zerlegt und durch Zahlen abgebildet, die wiederum Farbwerte und Positionen repräsentieren, die schließlich durch zahlreiche Schichten des künstlichen neuronalen Netzes verarbeitet werden. In der ersten Schicht erfolgt eine Analyse der Pixelkarte durch einen Filter, wobei nacheinander einzelne Pixel erfasst werden. Anschließend erfolgt eine Suche nach Linien und Kanten, die anschließend *gefaltet* werden – daher verdankt sich das CNN auch seinen Namen. Im Anschluss wird die so erstellte primitive Skizze an die nächste Schicht weitergegeben. »Das Bild wird also in den Schichten des Netzes abstrahiert und die abstrakteren Merkmale führen am Ausgang des Netzes zu der Entscheidung« (Kirste und Schürholz 2019, S. 33) und wenn das Zielbild z.B. auch nur einen Hauch von Hund enthält, wird das entsprechende künstliche Neuron in dieser Schicht stimuliert, um die »dogness«, wie Miller (2019, S. 63) sie beschreibt, zu betonen. Die dadurch entstehenden Bilder erinnerten stark an Halluzinationen oder Traumbilder, was letztlich auch zur Namensgebung der Anwendung führte. *DeepDream* gilt als erste KI-basierte Anwendung, die »in der breiten Öffentlichkeit auf Zustimmung und Begeisterung stieß« (Merzmensch 2023, S. 18).

Etwa zur selben Zeit arbeitet ein deutsches, in Tübingen ansässiges Forscher:innenteam um Gatys an einem neuronalen Style-Transfer-Algorithmus, der den Stil von Bildern trennen und auf andere Bilder anwenden sollte (vgl. ebd., S. 19). Das Prinzip des Style-Transfers ist prinzipiell nicht neu, indem es z.B. in Programmen wie *Adobe Photoshop* bereits in den 1990er Jahren durch Filter die Möglichkeit gab, visuelle Strukturen auf Bilder anzuwenden, die Fotografien in malerische Bilder verwandelten (vgl. Heilmann 2024, S. 84f.). Durch den Einsatz von CNN gelingt es den Forscher:innen, den Inhalt (Objekte, Szenen) eines Bildes von dessen Stil (Texturen, Farben) zu trennen. Inhalte werden durch höhere Schichten des Netzwerks erfasst, während der Stil durch die Korrelationen der Aktivierungen in verschiedenen Schichten des Netzwerks repräsentiert wird (vgl. Gatys, Ecker und Bethge 2015, S. 2). Im Oktober 2015 veröffentlichen Gatys und seine Kolleg:innen *deepart.io*, eine webbasierte Plattform, die die Erstellung künstlerischer Bilder im Stil berühmter Kunstwerke bzw. die Imitation künstlerischer Stile ermöglicht. Seit Dezember 2022 ist die Plattform jedoch nicht mehr verfügbar.

### Generative-Adversarial-Networks (kurz: GAN)

Ein weiteres Modell, das ebenfalls auf der Funktionsweise der CNNs basiert, ist das sogenannte Generative Adversarial Network (GANs). Dieses Modell wurde bereits im Jahr 2014 von Goodfellow entwickelt. Im Gegensatz zu einem CNN besteht dieses Modell aus zwei gegeneinander *spielenden* Netzwerken. Es gibt ein Netz, das Bilder produziert – der Generator – und ein weiteres, das diese generierten Bilder überprüft – der Discriminator.

»The generative model can be thought of as analogous to a team of counterfeiters, trying to produce fake currency and use it without detection, while the discriminative model is analogous to the police, trying to detect the counterfeit currency. Competition in this game drives both teams to improve their methods until the counterfeits are indistinguishable from the genuine articles« (Goodfellow et al. 2014, S. 1)

Dabei verfügt der Generator über Zugriff auf einen kontinuierlichen, multidimensionalen Vektorraum, der auch als latenter Raum oder *latent space* bezeichnet wird. Aus jedem in diesem Vektorraum befindlichen Punkt kann prinzipiell ein Bild generiert werden. Zu Beginn des Trainingsprozesses werden rein zufällige Bilder, d.h. zufällige Anordnungen von Pixeln, generiert, die dann von dem zweiten Netz, das sowohl Zugriff auf die generierten Bilder als auch auf den Trainingskorpus hat, bewertet werden. D.h. die Aufgabe des Discriminators besteht darin, zu entscheiden, ob das Bild aus dem Trainingskorpus stammt oder generiert wurde. Mit fortschreitendem Training wird die Leistungsfähigkeit beider Netze immer weiter verbessert: »Der *generator* wird besser darin, realistische Bilder zu erzeugen, und der *discriminator* wird besser darin, reale Bilder von Produkten des *generators* zu entscheiden« (Offert 2024, S. 211, H. i. O.). Wenngleich es Miller (2019, S. 89f.) zufolge Goodfellow's Intention war, neue Möglichkeiten für die kreativ-künstlerische Gestaltung zu schaffen, wurden GANs im Gegensatz zu Tools wie *DeepDream* »zunächst jedoch nur sehr langsam als künstlerisches Werkzeug entdeckt« (Offert 2024, S. 211).

Am 5. April 2016 wurde als eines der ersten unter Zuhilfenahme von GANs erstellten Kunstwerke *The Next Rembrandt* zum ersten Mal öffentlich ausgestellt. Zu sehen ist die Halbfigur eines Mannes, die im typischen Licht-Schatten-Spiel des niederländischen Barockmeisters ausgeführt ist. Der Mann ist mit einem schwarzen Hut und einem großen weißen Kragen bekleidet, wobei sein Blick als ruhig und würdevoll beschrieben werden kann. Die Komposition, Pinselstriche und Farbgebung imitieren Rembrandts Technik in einer derart präzisen Weise, dass das Bild aus einer Laienperspektive kaum bis gar nicht von einer originalen Arbeit des niederländischen Künstlers zu unterscheiden ist. Hervorgegangen ist das Kunstwerk aus einem kooperativen Projekt, an dem die Technische Universität Delft, eine niederländische Bank, Microsoft, das *Rembrandthuis* Amsterdam sowie eine niederländische Werbeagentur beteiligt waren. Das Ziel des Projekts bestand in der Erstellung eines Kunstwerks im Stil des 1669 verstorbenen Künstlers Rembrandt. Die Datengrundlage für die Entwicklung des Modells bildeten 346 hochauflösende 3D-Scans und Röntgenaufnahmen seiner zwischen 1630 und 1640 entstandenen Werke. Die besondere Qualität der Datengrundlage ermöglichte nicht nur eine Analyse der Motive, der Proportionen und Farbgebung der Werke, sondern darüber hinaus auch eine Analyse des Duktus, d.h. der haptischen Qualitäten der Kunstwerke. Das Besondere an diesem Kunstwerk ist, dass es nicht nur zweidimensional,

sondern – durch den Einsatz eines 3D-Druckers – sogar dreidimensional und haptisch erfahrbar ist.

Eine andere Arbeit, die ebenfalls mithilfe von GANs erstellt wurde und weit-aus mehr mediale Aufmerksamkeit auf sich und mitunter kontroverse Diskussionen nach sich gezogen hat, ist das 2018 veröffentlichte Kunstwerk *Edmond de Belamy* des französischen Künstler:innenkollektivs *Obvious*. Das Kunstwerk zeigt einen Mann in historischer Kleidung, wobei der Kopf leicht unscharf und abstrakt dargestellt ist. Das Gesicht ist unvollständig, die Linien weich und verschwommen und Details wirken verzerrt. In diesem Fall wurde das Modell mit einer weitaus größeren Datengrundlage – 15.000 Portraits, die zwischen dem 14. und dem 20. Jahrhundert entstanden sind – trainiert. Neben *Edmond de Belamy* gibt es eine ganze Reihe von Portraits einer fiktionalen *Belamy*-Familie. Kein Portrait sieht aus wie das andere, was vermutlich nicht zuletzt auf die Größe und die Vielfalt der Datengrundlage zurückzuführen ist. Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass das Bild von der vermeintlich künstlerisch schaffenden Entität bzw. der zum Einsatz gekommenen mathematischen Formel signiert wurde:

$$\min G \max D E x [\log(D(x))] + E z [\log(1 - D(G(z)))]$$

Die mediale Aufmerksamkeit wurde dem Kunstwerk aber nicht (allein) zuteil, weil es KI-generiert war, sondern weil es für eine knappe halbe Million US-Dollar versteigert wurde und einen Urheber:innenrechtsstreit nach sich zog. Das Modell, das für die Erstellung des Kunstwerks verwendet wurde, stammte vom damals 19-jährigen Robbie Barrat. Eine solche Diskussion bringt einerseits Fragen nach der Rolle und dem Selbstverständnis Kreativ- und Kunstschaffender in der Arbeit mit derart komplexen Technologien hervor, andererseits gewinnt auch die Frage danach, was eigentlich als Kunstwerk zu verstehen ist, abermals an Bedeutung. Ist es das gedruckte Bild? Ist es das zugrundeliegende Modell? Oder ist es doch viel mehr der Prozess der Kuratation des Datensatzes, die Auswahl, der Druck sowie die Präsentation einzelner Bilder?

Auch im deutschsprachigen Raum gibt es aus dieser Zeit bereits zahlreiche Kreativ- und Kunstschaffende, die sich der komplexen Technologie bedienen. 2018 veröffentlichte der Künstler Mario Klingemann seine Arbeit *Memories of Passersby I*. Dabei handelt es sich um eine Installation, die aus einem kleinen Kastanienholzschränkchen und zwei damit verbundenen, vertikal angeordneten Monitoren besteht. Ein GAN erzeugt in Echtzeit kontinuierlich, Pixel für Pixel, einen sich nie wiederholenden Strom künstlerischer Portraits von nicht-existierenden Menschen. Das hier zum Einsatz kommende Modell wurde auf der Grundlage von Portraits aus dem 17., 18. und 19. Jahrhundert trainiert. Die Besonderheit dieses Kunstwerks besteht darin, dass es zu keinem Zeitpunkt gleich aussieht, es unterliegt einer andauernden Veränderung.

So unterschiedlich die angeführten Beispiele für den Einsatz von GANs auch sein mögen, sie zeichnen sich durch eine ungewöhnliche Ästhetik aus, die Entwickler und KI-Forscher François Chollet im Juli 2017 auf der Plattform X, damals noch Twitter, als *GANism*<sup>2</sup> charakterisiert. Damit zielt er auf die besondere Erscheinung GAN-erzeugter Bilder ab. Im Verlauf der letzten Jahre wurde das Modell immer weiter angepasst und optimiert. So konnten Brock, Donahue und Simonyan (2018) bspw. mit BigGAN nachweisen, dass die Lernbarkeit heterogener Datensätze gegeben ist. Mit StyleGAN (Karras, Laine und Aila 2018) sowie StyleGAN2 (Karras, Laine, Aittala et al. 2019) wurden schließlich fotorealistische Auflösungen erreicht.

Das Tool *ArtBreeder* (ursprünglich *GAN-Breeder*), eine webbasierte Anwendung des Künstlers und Entwicklers Joel Simon, der u.a. mit KI-Künstler:innen wie Sofia Crespo oder Feilican McCormick zusammengearbeitet hat, machte GANs schließlich auch für die breite Masse zugänglich, sodass die Beschäftigung mit diesen Modellen nicht länger nur Künstler:innen und Programmierer:innen – oder mit Warnke (2014a) »Künstler-Programmierer[n]« – vorbehalten war. Laut dem Plattformbetreiber verfolgt *ArtBreeder* das Ziel, die Kreativität der Nutzer:innen zu fördern, indem es Zusammenarbeit und Erkundung hochkomplexer Architekturen bei der Bildgenerierung und -weiterentwicklung auf einfache Weise ermöglicht. Nutzer:innen können eigene Bilder erstellen sowie durch Anpassung und Veränderung der Parameter über ein visuelles Interface experimentieren, Grenzen austesten und andere Werke modifizieren. Diese Änderungen werden in einem visuellen Stammbaum festgehalten, der jede Anpassung sowie den Ursprung eines jeden Bildes dokumentiert, was den gestalterischen Prozess transparent und nachvollziehbar macht.

## Prompting, Transformer- und Diffusionsmodelle

Obwohl *ArtBreeder* einen niedrigschwelligen Zugang zur kreativen Auseinandersetzung mit KI darstellt, ist das Tool vergleichsweise unbekannt (geblieben). Weitaus beliebter und auch verbreiteter sind bild- und textgenerierende Tools wie *Dall-E* oder *ChatGPT* des Unternehmens *OpenAI*. Und nicht nur das, sie haben mit dem sogenannten *Prompting*, *Prompt-Design* oder auch *Prompt-Engineering* sogar ein ganz neues Berufsfeld oder gar eine neue Wissenschaft hervorgebracht (vgl. Alexeev 2023, S. 78). Ein *Prompt* bezeichnet eine textuelle Aufforderung, die in natürlicher Sprache an ein generatives System gerichtet wird. Dabei gilt es, einen möglichst präzisen Textprompt zu finden, der die beste Leistung auf einem gegebenen Datensatz erzielt (vgl. Ye et al. 2023, S. 2). Mit anderen Worten bedeutet das, dass mithilfe eines Prompts der latente Raum durchsucht werden kann bzw. dass sich Nutzer:innen mithilfe natürlicher Sprache durch den latenten Raum navigieren können. »Ein und

2 Der Post vom 13. Juli 2017 ist unter folgender URL abrufbar: <https://x.com/fchollet/status/885378870848901120>, Stand: 15. April 2025

derselbe Prompt kann bei verschiedenen Modellen ganz unterschiedliche Ergebnisse erzielen« (Alexeev 2023, S. 78) und selbst bei Verwendung desselben Modells ist dies der Fall, indem – unter erneutem Rückgriff auf Kirschenbaum (2024, S. 164f.) – nie *nur ein* Ergebnis generiert wird, sondern immer »nahezu unendliche Permutationen von Möglichkeiten« hervorgebracht werden (können).

Diese Tools basieren allerdings nicht mehr auf CNN oder GAN, sondern zeichnen sich durch eine neue Architektur aus. Hier kommen sogenannte Transformermodelle (Vaswani et al. 2017) zum Einsatz, die auf die Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP, kurz für Natural Language Processing) ausgerichtet sind und heute die Grundlage vieler Modelle wie z.B. GPT (kurz für Generative Pretrained Transformer) oder BERT (kurz für Bidirectional Encoder Representations from Transformers) bilden. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der *Self-Attention*, um Abhängigkeiten zwischen den Tokens eines Inputs, wie z.B. Wörtern in einem Satz, effizient zu erfassen, ohne dabei strikt an Position oder Reihenfolge festzuhalten, wie es etwa bei CNN der Fall war. Transformermodelle werden heute nicht nur in NLP verwendet, sondern finden auch in multimodalen Modellen wie z.B. CLIP (kurz für Contrastive Language-Image Pre-training) und sogar in einigen bildgenerierenden Verfahren Verwendung.

Eine weitere Architektur, die sich neben Transformern durchgesetzt hat, sind Diffusionsmodelle (Chen et al. 2024), die vornehmlich auf die Generierung von Bildern ausgerichtet sind. Dabei handelt es sich um Modelle, die auf einem zweiphasigen stochastischen Prozess basieren. In der ersten Phase wird bspw. einem Bild schrittweise Rauschen hinzugefügt, in der zweiten Phase wird dieses Rauschen schließlich wieder entfernt – dieser Prozess wird auch als *Denoising* bezeichnet (vgl. ebd., S. 4). Die Entwicklung bildgenerierender Anwendungen wie *Dall-E* und *Stable Diffusion* – oder auch *midjourney*, über dessen genaue Funktionsweise nur wenig veröffentlicht wurde – hat in den vergangenen Jahren zu einem regelrechten Durchbruch von Diffusionsmodellen geführt. Diese Anwendungen ermöglichen es Nutzer:innen, durch die Eingabe von Prompts Bilder zu erzeugen. Für Anwendungen wie diese werden Diffusionsmodelle mit der Transformerarchitektur verschränkt, um einen Text-Input zu verarbeiten und ihn in eine latente Repräsentation zu überführen. Diese Repräsentation wird dann an das Diffusionsmodell übergeben, das daraus ein Bild generiert. Mit anderen Worten werden sowohl Text- als auch Bilddaten in einen gemeinsamen latenten Raum projiziert, damit das generierte Bild semantisch mit dem Text übereinstimmt. Ein Beispiel für eine solche Verschränkung ist das Modell CLIP von *OpenAI* (Radford et al. 2021). Dadurch wurde schließlich auch die Darstellung von sinnhaftem bzw. zumindest semantisch korrektem Text möglich. Würde man bspw. ein GAN auf Text anwenden, dann würden die »Wörter wie Bilder, also *nicht anders* als Bilder« (Bajohr 2022a, S. 491, H. i. O.) behandelt werden, sodass der Discriminator keinen Vergleich von Zeichenketten, die aus diskreten Zeichen bestehen, vornehmen, sondern lediglich

statistische Verteilungen von Pixelwerten bestimmen kann. Bajohr macht diesen Umstand anhand der Arbeit *Ahe Thd Yearidy Ti Isa* (2019) der Dichterin und Softwareentwicklerin Allison Parrish fest, die sich explizit mit den unterschiedlichen Funktionsweisen bei der Verarbeitung von Bild und Text auseinandersetzt (siehe Abschnitt 3.1.2).

Vor diesem Hintergrund drängen sich in mehrfacher Hinsicht Fragen auf, wie in Zukunft mit derartigen Bild- und Textstücken verfahren werden kann. Inwiefern verschiebt sich die Bedeutung von Konzepten wie Autor:innenschaft, Urheber:innenrecht, Intentionalität und Kreativität (Ahlborn 2024; Arielli 2023, 2024)? Wie kann mit den daraus hervorgehenden Artefakten umgegangen werden? Wie sind sie hinsichtlich ihres ästhetischen Werts zu betrachten? Diese Fragestellungen wurden im September 2022 durch ein unter Zuhilfenahme von *midjourney* generiertes Bild mit dem Titel *Théâtre d'Opéra Spatial* evident. Der Entwickler des Bildes, Jason Allen, präsentierte das Bild bei einem Kunstwettbewerb einer Jury und wurde für seine Leistung ausgezeichnet. Aufgrund der einfachen Bedienbarkeit und Zugänglichkeit finden Tools wie *midjourney* vermehrt Einsatz in kreativ-künstlerischen Kontexten – sowohl für die Erstellung und Gestaltung von textuellen als auch von visuellen Inhalten – und führen mitunter zu kontroversen Diskussionen. Kann dadurch nun jede:r zum Kunstschaffenden werden? In Bezug auf die Verwendung solcher Tools weist Bajohr (2022b) darauf hin, dass nicht jedes Bild notwendigerweise auch als Kunst betrachtet werden kann. Zudem argumentiert er, dass die Betonung von KI in Bezug auf KI-erzeugte Kunst in Zukunft an Bedeutung verlieren wird, da diese Technologie als eines von vielen Werkzeugen eingesetzt wird; im Besonderen mit Blick auf den Umstand, dass derartige Funktionen – sowohl text- als auch bildgenerierende Funktionen – längst in gängige Software integriert sind (und zukünftig vermehrt werden). Jüngere *Adobe Photoshop* Versionen (bspw. 25.12, 09/2025) besitzen Funktionen wie *Generatives Erweitern* oder *Generatives Füllen*, die es u.a. erlaubt, Hintergründe fortzusetzen, auszutauschen etc.

Die unterschiedlichen Versuche, konkrete Merkmale für KI-Kunst herauszuarbeiten, werden also sowohl durch die Geschwindigkeit als auch durch die Vielfalt der Entwicklungen auf diesem Gebiet herausgefordert. Sie verweisen auf die Schwierigkeit, »eine Metaperspektive einzunehmen«, im Besonderen dann, »wenn man am Beginn einer neuen Epoche steht« (Merzmensch 2023, S. 66). Ein wesentliches Merkmal, das Alexeev hervorhebt, ist der Umstand, dass es sich bei KI-Kunst – entgegen der so oft proklamierten Verdrängung Kreativ- und Kunstschaffender – um »eine sehr menschliche Kunst (ebd., S. 61) handelt:

»Sie ist eine Auseinandersetzung mit Strukturen und Mustern unserer menschlichen Kultur, mit unseren Erinnerungen, die durch neuronale Netze transportiert werden, mit unseren Konzepten, aber auch Stereotypen, Vorurteilen, Befangenheiten. Algorithmen fassen unser kulturelles Erbe neu zusammen, ohne zu pla-

gieren, aber mit unkonventionellen Perspektiven. KI kennt keine Konventionen. Wir schauen uns in Spiegeln an – und ob uns das Spiegelbild gefällt oder nicht, das liegt kaum am Spiegel selbst.« (ebd.)

Während die frühen Formen algorithmischer Kunst durch Berechenbarkeit und damit einhergehend durch Determiniertheit im Sinne vollkommener Bestimmtheit gekennzeichnet sind, zeichnen sich solcherlei kreativ-künstlerische Praktiken im Zusammenhang mit KI und die daraus resultierenden Kunstformen durch (eine neue Form der) Unberechenbarkeit aus (siehe Abschnitt 4.2.3). Die Ergebnisse sind nicht länger durch *einen Algorithmus* determiniert, sondern werden demgegenüber durch ein *algorithmisches Modell* im Zusammenspiel mit Daten stochastisch ermittelt und sind so zu einem gewissen Grad unvorhersehbar oder – mit den Worten von Kirschenbaum (2021, 2024) – *spekulativ*. Damit lässt sich hier eine Komplexitätssteigerung ausmachen, die in eine Kontingenzsteigerung mündet, d.h. einen Zuwachs an Unbestimmtheit, mit der sich einerseits Kreativ- und Kunstschaffende, andererseits aber auch Betrachter:innen auseinanderzusetzen haben. Insofern erscheint der Umgang mit einer technologisch vorangetriebenen Kontingenzsteigerung im Zusammenhang mit kreativ-künstlerischen Praktiken auf der einen Seite und den daraus resultierenden Artefakten auf der anderen Seite aus einer bildungs- und subjektivierungstheoretischen Perspektive in mehrfacher Hinsicht als lohnenswerter Untersuchungsgegenstand.