

# ÄSTHETIK

---

# ALS

---

# PROGRAMM

WiSe 23/24  
HAW Hamburg

Masterthesis  
Anna Roidl

Wie kommuniziert  
generative Gestaltung?

## Ästhetik als Programm – Wie kommuniziert generative Gestaltung?

Master-Thesis zur Erlangung des  
akademischen Grades M.A.

Anna Roidl

Matr.-Nr. XXXXXXXXXX

*Erstprüfer* – Thomas Görne

*Zweitprüferin* – Sandra Trostel

WiSe 23/24

HAW Hamburg

Fakultät Design, Medien, Information

- 10 PROLOG  
*Glossar*  
*Definition und Geschichte*
- 26 PROGRAMM  
*Analoge Programme*  
*Algorithmik*  
*Künstliche Intelligenz*
- 44 KOMMUNIKATION  
*Sender\*in und Empfänger\*in*  
*Information*  
*Zeichen*  
*Zeichen generativer Werke*  
*Computer als Medium*
- 60 WAHRNEHMUNG  
*Ästhetische Wahrnehmung*  
*Prinzipien und Positionen*  
*Ästhetik der Information*

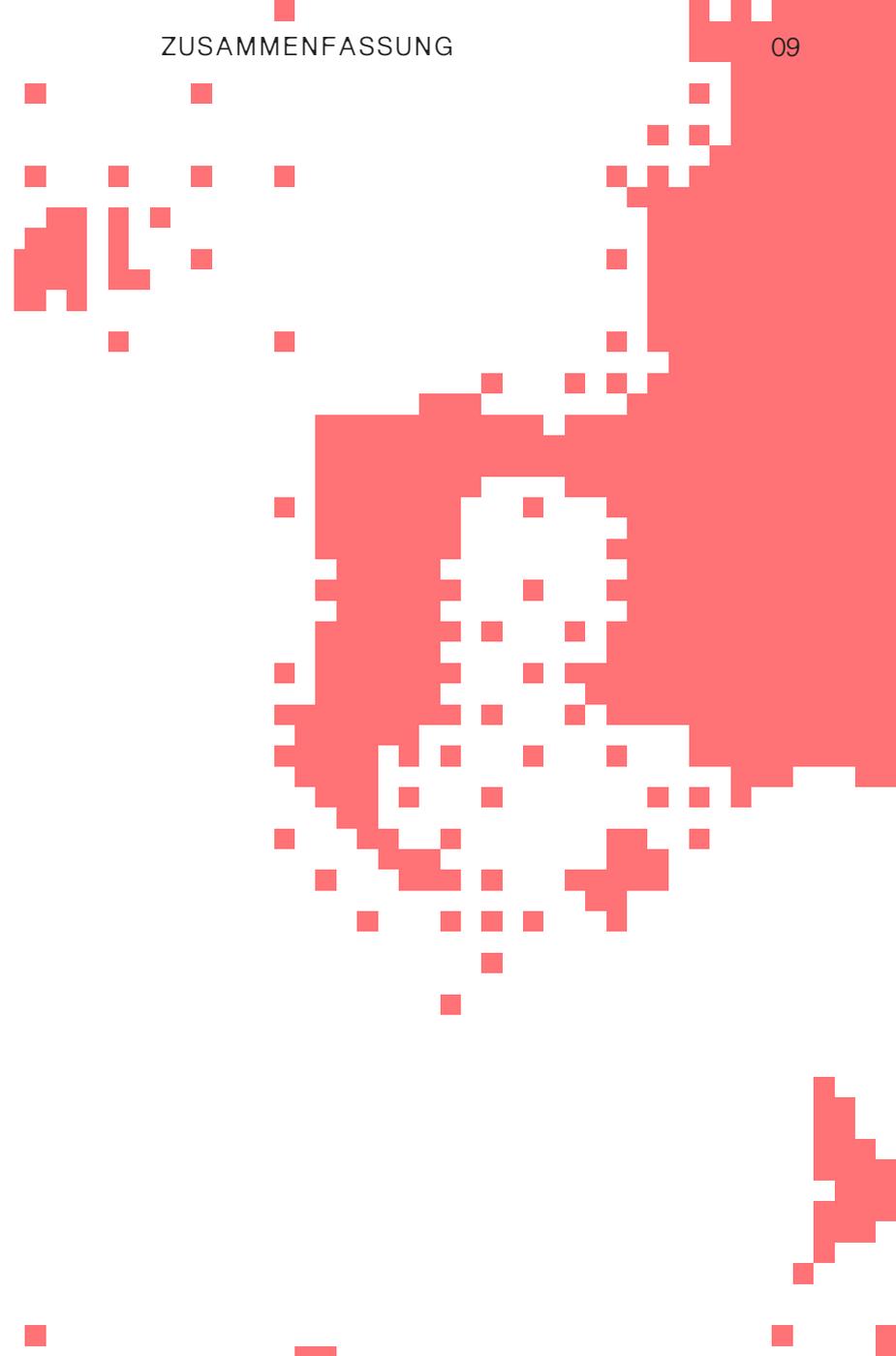
- 78 SENDER\*IN  
*Freiheit*  
*Intelligenz*  
*Kreativität*  
*Mythos*
- 94 EPILOG  
*Fazit*  
*Ausblick*
- 102 PROJEKTSKIZZE  
*Konzept*
- 114 QUELLEN  
*Literaturverzeichnis*  
*Abbildungsverzeichnis*
- 124 IMPRESSUM  
*Eigenständigkeitserklärung*  
*Ressourcen*

*Abstract* — This paper constitutes the theoretical part of a homonymous exhibition that focuses on the communication of artworks based on programs and algorithms. Considering current discussions surrounding artificial intelligence, artificial creation, the anthropomorphism of the computer, as well as the distinction between humans and machines, it discusses whether generative design methods are merely tools or if computers have the capability to significantly influence aesthetic creations. In doing so, it explores the idea of whether aesthetics are programmable and how generative works are perceived and interpreted by viewers.

*Program, aesthetics, art, design, computer, machine, semiotics, communication, perception, creativity, intelligence, algorithm.*

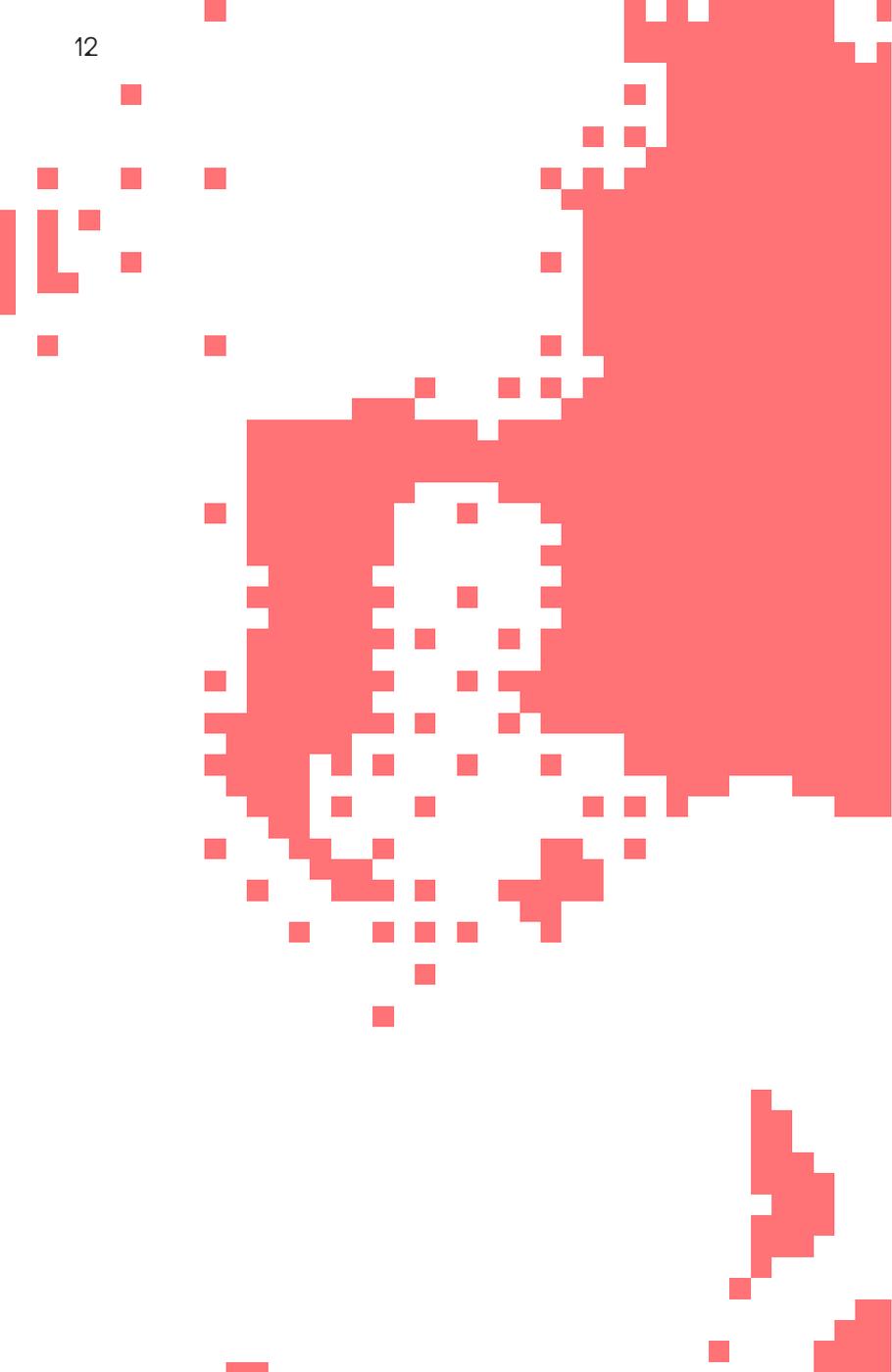
*Zusammenfassung* — Diese Arbeit bildet den theoretischen Teil einer gleichnamigen Ausstellung, welche sich mit der Kommunikation von Kunstwerken befasst, die auf Programmen und Algorithmen basieren. Unter Berücksichtigung aktueller Diskussionen rundum künstliche Intelligenz, künstliche Kreation, Anthropomorphisierung des Computers und der Unterscheidung zwischen Menschen und Maschine wird diskutiert, ob generative Gestaltungsmethoden lediglich Werkzeuge sind oder ob Computer die Fähigkeit besitzen, ästhetische Kreationen maßgeblich zu beeinflussen. Dabei wird die Idee erkundet, ob Ästhetik programmierbar ist und auf welche Weise generative Werke von Betrachtenden wahrgenommen und interpretiert werden.

*Programm, Ästhetik, Kunst, Design, Computer, Maschine, Semiotik, Kommunikation, Wahrnehmung, Kreativität, Intelligenz, Algorithmus.*



# 01 PROLOG





1968 stellt die Ausstellung „Cybernetic Serendipity“ in London traditionelle Vorstellungen von Kunst in Frage und eröffnet den Computer als Werkzeug für Künstler\*innen und Designer\*innen (Medien Kunst Netz, 2023). Die Methodik der Programme findet sich auch in den analogen Künsten wieder, die durch Regelsätze und Handlungsprinzipien zu neuen, ergebnisoffenen Formen kommen. Generativ bezeichnet der Definition nach, die Fähigkeit oder Eigenschaft, etwas hervorbringen und erzeugen zu können (DWDS, 2023). Die Frage, welche Rolle die Maschine im Gestaltungsprozess einnimmt und inwieweit sie sogar darauf Einfluss nimmt, ist heute im Zeitalter künstlicher Intelligenz aktueller denn je. Wenn der künstlerische Ausdruck als Kommunikationsphänomen betrachtet wird, lässt sich die These aufstellen, dass sich der Kommunika-

tions- und Wahrnehmungsprozess von generativen Werken durch das Zwischenschalten der Instanz Maschine verändert. Handelt es sich bei generativen Gestaltungsmethodiken lediglich um Werkzeuge oder besitzt der Computer eine besondere Fähigkeit ästhetische Kreationen hervorzubringen? Heißt das im Umkehrschluss, dass Ästhetik programmierbar ist und wird diese vom Betrachtenden als menschlich oder maschinell interpretiert?

Die vorliegende Arbeit hat nicht den Anspruch klare Antworten auf diese Fragen zu geben, sondern Theorien vorzustellen und Denkanstöße zu geben. Sie ist theoretischer Teil einer gleichnamigen Ausstellung, welche im Rahmen der Thematik entstehen soll. Dabei steht besonders die Kommunikation der Kunstwerke im Fokus, die auf Programmen und Algorithmen basieren. Es soll reflektiert werden, inwiefern diese Überlegungen vor dem Hintergrund aktueller Diskussionen über künstliche Intelligenz, künstliche Kreation, die Anthropomorphisierung des Computers und letztendlich die Unterscheidung

zwischen Menschen und Maschine von besonderem Interesse sind. Zu diesem Zweck widmet sich die vorliegende Arbeit den Aspekten des programmatischen Gestaltens, der Semiotik und der Kommunikation sowie den Ansätzen der frühen deutschen Computerkunst im Hinblick auf zusammenhängende Systeme, ihre algorithmische Kausalität und ihr ästhetisches Erscheinungsbild.

## Glossar

Im folgenden Glossar wird dargestellt, auf welcher Basis Begriffe in dieser Arbeit verwendet werden und wie die Autorin sie versteht.

### *Computerkunst*

Die Computerkunst oder digitale Kunst sind Kunstformen, bei der ein Programm mithilfe eines Computers oder einer Rechenmaschine ausgeführt wird. In dieser Arbeit wird der Computer hierbei nach einer Interpretation von Vera Molnar verstanden: als ein Werkzeug, das es möglich macht, Formen zu kombinieren und mithilfe von Systematik von kulturell Gelebtem und Erlernten zu befreien (Molnar, 1990, S. 16 f.).

### *Generatives Werk*

Unter dem Begriff des generativen Werkes werden in dieser Arbeit alle Erzeugnisse künstlerischen Schaffens verstanden, welche auf generativen Gestaltungsmethoden basieren. Siehe dazu Kapitel *Programm*.

### *Programm*

Der Begriff des Programms, wie er sich im Titel wiederfindet, definiert sich laut der Auffassung der Autorin als ein umfassender Begriff für eine Gestaltungsmethodik, bei der eine definierte Regel der Erstellung eines Werkes vorangeht. Diese Regel kann sowohl ein analoges Handlungsprinzip sein als auch ein mathematischer Algorithmus. Siehe dazu Kapitel *Programm*.

### *KI*

Der Begriff der künstlichen Intelligenz wird oft missverständlich gebraucht, denn künstliche Intelligenz bezeichnet ein Ziel sowie ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Eigentlich beschreibt der Begriff lediglich einen besonders leistungsfähigen Computer, beziehungsweise Techniken, um dessen Leistungsfähigkeit zu steigern. Es gibt Lager in der Forschung, welche den Begriff der künstlichen Intelligenz als Vorhaben verstehen, Maschinen zu entwickeln, deren Leistungsniveau mit Bereichen konkurrieren können, die bisher nur dem menschlichen Denken vorbehalten waren. Andere Forscher\*innen

benutzen den Begriff der Intelligenz rein fachterminologisch als Bezeichnung einer bestimmten Leistungsklasse von Maschinen. Die Doppeldeutigkeit des Terminus führt dazu, dass propagiertes Ziel und Forschung ineinander verschwimmen. Um maschinelle „Intelligenz“ zu bauen, muss zunächst die Definition menschlicher Intelligenz gefasst und in Gänze verstanden werden. So wird der Begriff künstliche Intelligenz als irreführende Worthölse oft kritisiert (Sesink, 2012, S. 7 ff.). In dieser Arbeit meint künstliche Intelligenz lediglich den Einsatz von komplexen Algorithmen in der Gestaltung. Dabei ist aber gerade die oft missverständliche Verwendung des Begriffs und dessen Kommunikation in der Öffentlichkeit spannend für die Wahrnehmung von Werken, welche mithilfe dieser Techniken entstanden sind. Siehe dazu Kapitel *Sender\*in*.

### *Ästhetik*

Der Begriff der Ästhetik, von dem in dieser Arbeit die Rede ist, lässt sich über die Definition von Max Bense beschreiben. Er begreift den Begriff Ästhetik als Disziplin angewandter Philoso-

phie, der die gesamte künstlerische Produktion als Gegenstand der Untersuchung einschließt und in der Lage ist, in Form der reinen Theorie, Prinzipien möglicher Kunstwerke zu entwerfen. Die Ästhetik stellt die Gegenstände ihrer Untersuchung erst her und vereinigt dabei Theorien des ästhetischen Gegenstands, des ästhetischen Urteils und der ästhetischen Existenz. Dazu bedarf es einer ästhetischen Wahrnehmung, dessen Existenz man sich durch die Beobachtung von Kunstwerken versichern kann. Die Ästhetik ermöglicht so nicht nur einen Zusammenhang in den Daten ästhetischer Wahrnehmung zu erkennen, sondern auch eine subtilere, genauere Betrachtung von Kunstwerken (Bense, 1965, S. 22 f.).

### *Semiotik*

Der Begriff der Semiotik wird meist als Lehre von Zeichensystemen oder Zeichenprozessen verstanden. In dieser Arbeit spricht die Autorin vordergründig von Bildsemiotik, welche sich konkret auf ein Bildnis bezieht. Dazu muss der Konsens bestehen, dass Bilder aus Zeichen sind.

Diese Annahme führt jedoch auch zu der Frage, was Bilder von anderen Zeichen unterscheidet oder sie damit verbindet und in Weiterführung dessen, zur allgemeinen Frage eines Text-Bildverhältnisses. Charles Sanders Peirce, Begründer modernen Semiotik, vertritt mit seiner Theorie, dass Bildlichkeit auch einen Aspekt der Logik in sich vereint (Bogen, 2000). Siehe dazu Kapitel *Kommunikation*.

## Definition und Geschichte

Generative Gestaltung ist ein kreativer Ansatz, der auf dem Einsatz von Algorithmen und Regelwerken zur Erzeugung von Kunst, Design und anderen ästhetischen Ausdrucksformen basiert. Dabei werden komplexe Systeme entworfen, die in der Lage sind, kreative Entscheidungen autonom zu treffen oder in Zusammenarbeit mit einem\*einer Künstler\*in oder Designer\*in zu agieren. Dies geschieht in der Regel durch die Definition von Regeln, Parametern und Beschränkungen, die den Rahmen für den künst-

lerischen Prozess bilden. Die Software oder der Algorithmus interpretieren diese Regeln und erzeugen dann auf der Grundlage dieser Vorgaben ein Kunstwerk oder Design. Das Endprodukt entsteht zwar in Abhängigkeit der definierten Parameter, ist jedoch in diesem Rahmen nicht vorhersehbar und kann sich im Laufe der Zeit entwickeln. Der kreative Prozess ähnelt einem Dialog zwischen Gestalter\*in und Programm. Der Algorithmus bietet Möglichkeiten und Variationen, während der\*die Gestalter\*in die Ergebnisse bewertet, anpasst und weitere Entscheidungen trifft, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen (Laub, Groß, Lazzeroni, & Bohnacker, 2018).

Die Ursprünge der algorithmisch-generativen Computerkunst sind eng mit der Entwicklung von Computern als Werkzeuge und integrale Bestandteile der Kunst verbunden. In den 1960er Jahren begannen Künstlerinnen und Künstler wie Max Bense, Vera Molnar, Georg Nees, Michael Noll und Frieder Nake sich mit digitaler Computergrafik auseinanderzusetzen. Diese

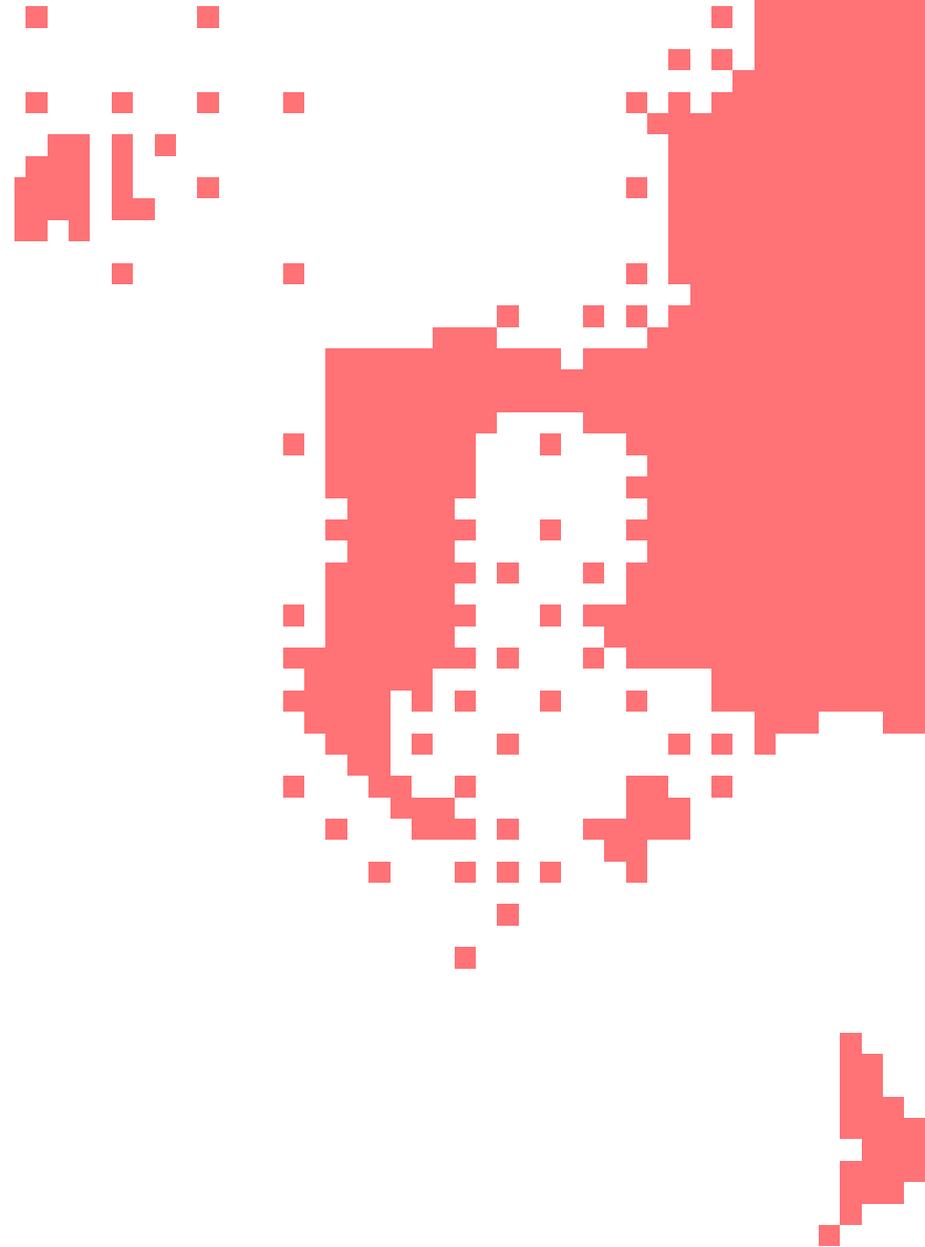
Phase der Computerkunst zeichnete sich durch Experimentierfreude, Bewegung und Innovation aus. Ein Schlüsselaspekt war die scheinbar algorithmische Berechenbarkeit dieser Kunstform, die dazu führte, dass Künstler\*innen und Wissenschaftler\*innen aus verschiedenen Disziplinen allgemeingültige Regeln zur Schaffung ästhetischer Werke formulierten. Durch die Analyse statistischer Gesetzmäßigkeiten versuchte man, einen rationalen Ansatz für die Bildgestaltung zu entwickeln und auf dieser Grundlage neue Bilder zu generieren (Riedel & Ihmels, 2023). In dieser Zeit entstand die Informationsästhetik, insbesondere an der Literaturabteilung des Lehrstuhls für Philosophie von Max Bense, die sich mit Themen wie Computerpoesie, Semiotik und der semantischen Visualisierung von Worten befasste. Die Informationsästhetik erforschte die Beziehungen zwischen der Struktur von Programmen und der visuellen Wahrnehmung. 1968 fand die Ausstellung "Cybernetic Serendipity" in London statt, die als eine der bedeutendsten Veranstaltungen in der Geschichte der Computerkunst gilt und neue künstlerische

Formen eröffnete. Diese Ausstellung markierte einen Wendepunkt und trug maßgeblich dazu bei, den Computer als kreatives Werkzeug in der Kunstwelt zu etablieren (Werner, 2018, S. 115).

Parallel dazu entwickelten sich theoretische Paradigmen, die die Form, Ästhetik und Funktion der aufstrebenden Kybernetik erforschten. Die Kybernetik befasste sich mit der Analogie zwischen den Operationen einer Maschine und den Vorgängen im menschlichen Körper. Diese interdisziplinäre Wissenschaft betrachtete verschiedene Systeme als kybernetische Systeme – seien es soziale, kognitiv-biologische oder technisch-sensorische Systeme. Ein zentrales Merkmal dieser Systeme war die Verwendung von "programmierten" integralen Zeichen, die interaktive Konstruktionen ermöglichten (Werner, 2018, S. 110). Die Kybernetik war eng mit den Anfängen der Computerkunst verknüpft und stellte grundlegende Fragen zur Natur der Kunst, den Fähigkeiten von Maschinen, der Automatisierung kreativer Prozesse und der Arbeitsteilung in der Kunst. Sie schlug einen wissenschaftlichen

Ansatz vor, bei dem Künstler\*innen das System, also das Computerprogramm, und nicht nur das Endprodukt gestalten (Werner, 2018, S. 115).

Diese Debatte über die Rolle der Künstler\*innen, den Einfluss des Computers als semiotische Maschine, den Werkbegriff und der Unabhängigkeit des Codes setzt sich bis zur modernen Computerkunst fort, bei der die Programmierenden selbst als Künstler\*innen auftreten. Diese Entwicklung wirft wichtige Fragen zur Kommunikation und Interaktion zwischen Menschen und Maschine auf (Weiss, 2023).



# 02 PROGRAMME



Mit dem Begriff des Programms ist keine einheitliche, künstlerische Haltung gemeint, sondern die Anwendung einer seriellen Methodik, die sich nicht nur in der digitalen Welt, sondern auch in der Musik, Architektur, Literatur und den bildenden Künsten findet.

Die serielle Methodik bezieht sich auf den Einsatz von iterativen Schritten und Algorithmen, um Kunstwerke zu generieren. Diese Methodiken haben in den analogen Künsten sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zur digitalen generativen Gestaltung. Durch wiederholbare Prozesse und Variationen werden neue ästhetische Ergebnisse erzielt. Dabei werden einheitliche Ordnungsprinzipien angewandt, um Eigenschaften oder Details eines Werkes zu kontrollieren und zu untersuchen. Die aleatorische Methodik hingegen basiert auf dem Einsatz von Zufall oder zufälligen Parametern, um die Entwicklung des Werkes zu bestimmen (Riedel & Ihmels, 2023).

## Analoge Programme

Ein Programm ist demnach nicht ausschließlich ein Computerprogramm, sondern kann ebenso ein analoges Abarbeiten von im Vorhinein gesetzten Handlungsanweisungen und Regeln sein, welche im Prozess der Ausführung zu neuen Ergebnissen führen.

Schon Wolfgang Amadeus Mozart versuchte mithilfe eines musikalischen Würfelspiels durch die konsequente Anwendung eines definierten Handlungsprinzips Zusammenhänge in der Musik aufzubrechen, um so eine Unabhängigkeit des Klanges zu erreichen und völlige neue Inhalte zu generieren. In der Musikwissenschaft wird ein solches auf Zufall basierendes Handlungsprinzip aleatorisch genannt. Der Begriff bezieht sich auf das lateinische Wort „aleator“, der Würfelspieler. Der Komponist John Cage, welcher sich den Zufall als definierte Regel zunutze machte, versuchte Musik auf einzelne Parameter zurückzuführen, die gesteuert durch den Zufall das Stück beeinflussten und vorherbestimmte

Zusammenhänge ausschließen sollten. Beide hatten zum Ziel, die Komposition vom Willen des\*der Komponist\*in zu lösen, indem beispielsweise mathematische, physikalische und architektonische Berechnungen oder einzelne Zufallsparameter die Entwicklung des Werkes bestimmen. Alle akustischen Eigenschaften wie Tonhöhe, Tondauer, Anschlag, Klangfarbe und Lautstärke wurden einheitlichen Ordnungsprinzipien unterworfen. Dadurch ließen sich Details der Komposition uneingeschränkt kontrollieren und musikalische Aspekte getrennt untersuchen (Riedel & Ihmels, 2023).

Ähnliche Ansätze finden sich auch im Bereich des Kommunikationsdesigns. 1964 veröffentlicht der Schweizer Gebrauchsgrafiker Karl Gerstner sein Werk „Programme entwerfen“. In vier Essays beschreibt er eine Annäherung an ein universelles System zur Erarbeitung individueller gestalterischer Lösungen und tritt so als Pionier programmatischen Gestaltens im beginnenden Computerzeitalter auf. Anstatt Lösungen für gestalterische Probleme schlägt Gerstner

„Programme für Lösungen“ vor. Ist ein Programm vorgegeben, so ergibt sich die Form als morphologisches Produkt und lässt sich beliebig neu kombinieren. Besonders die analytische Variantenbildung als Grundgerüst von Gestaltung ist Teil seiner Untersuchungen (Gerstner, 1964).

Das im Buch „Nea Machina“ festgehaltene Designexperiment der beiden Autoren Thomas und Martin Poschauko spielt ebenfalls mit Handlungsanweisungen und Vorgaben im Gestaltungsprozess. Sie argumentieren, durch diese Vorgaben ihre eigene Kreativität zu fördern und zu neuen, unvorhersehbaren Ergebnissen zu kommen. Die Vielfalt des gestalterischen Outputs zeigt, welches Kreativpotenzial einer solchen Designpraxis innewohnt. Sie bezeichnen ihr Arbeiten als spielerisches Experiment indem sie durch Abgeben der Kontrolle zu mehr Qualität finden (Poschauko & Poschauko, 2010).

Ein bekanntes Beispiel aus der bildenden Kunst, das sich in seinem Aufbau bereits der Funktionsweise eines digitalen Algorithmus annähert,

markiert das Werk „Density 10:3:2:1“ des Malers Karl Otto Götz (siehe Abb. 1). Für sein Werk erstellte er ein Programm zur Befüllung eines großen Kästchenrasters, welches in Felder unterteilt wurde. 16 Superfelder beinhalteten 16 Großfelder, die 16 Kleinfelder umfassen. Diese 16 Kleinfelder werden in unterschiedlichen Dichtegraden gefüllt. Der Dichtegrad entspricht der Menge der gefüllten Felder im Kleinfeld. Dort gilt die Regel, die sich auch im Titel des Werkes wiederfindet: zehnmal Dichtegrad „dunkel“, dreimal „mittlere Dichte“, zweimal „geringe Dichte“ und ein Mal Dichtegrad „sehr hell“. Manuell ausgeführt wurde dies zu einem 200 x 260 cm großen Bild.

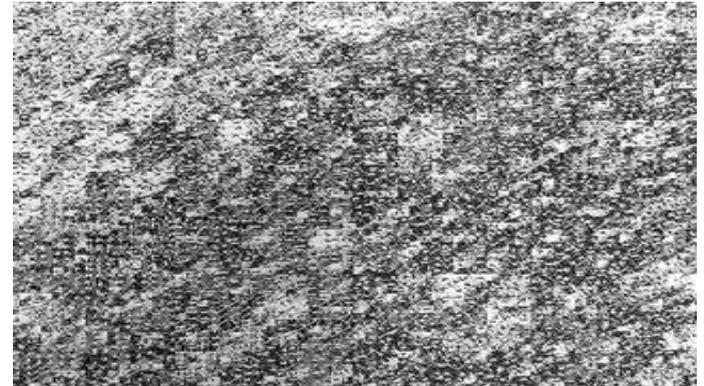


Abb. 1 – Karl Otto Götz, *Density 10:3:2:1* (Götz, 1983)

So ergeben die ca. 400.000 Bildpunkte nach Götz ein Modellbild für die Helligkeitsstufen eines elektronischen Fernsehbildes. Mit seinem analogen Programm ging Götz den Algorithmen der digitalen Computergrafik bereits voraus. Seine Experimente mit wenigen Elementen, die basierend auf Regeln neu kombiniert wurden, und die Auswahlmöglichkeiten, die statistisch berechnet werden konnten, beinhalten auch Aspekte der späteren Informationsästhetik, die in der Computergrafik eine große Rolle spielen (Dreher, 2012).

## Algorithmik

Einem digitalen Programm liegt ein Algorithmus zugrunde. Ein Algorithmus definiert sich durch ein endliches, schrittweises Verfahren zur Lösung eines Problems oder zur Ausführung einer Aufgabe. Er beschreibt eine Folge von Anweisungen, die ausgeführt werden müssen, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen. Ein Algorithmus kann als eine Art Rezept oder An-

leitung betrachtet werden, die es einem Computer oder einem anderen System ermöglicht, eine bestimmte Aufgabe auszuführen (Grabowski, 2006, S. 105). In der Computerkunst steht an Stelle des Originals, das Programm beziehungsweise der Algorithmus, der beliebig abgerufen werden kann (Weiss, 2023). Die Kunstwerke, die in diesem Zusammenhang entstehen, zeichnen sich meist durch ihre abstrakten Muster aus, die in Reihen und Serien oder rhythmischer Variation auftreten. Die Kunstwerke sind teilweise automatisiert und der Prozess ist integraler Bestandteil des Werkes.

Ein frühes Beispiel algorithmischer Computergrafik sind die Werke von Georg Nees und Michael Noll die vorerst nicht unter dem Begriff Kunst entstanden oder als solches begriffen worden sind. Es waren die Ergebnisse von Rechenprozessen über einen Decoder und Command Generator. Ein „White Noise Generator“ platzierte Punkte, die mittels Linien verbunden wurden.

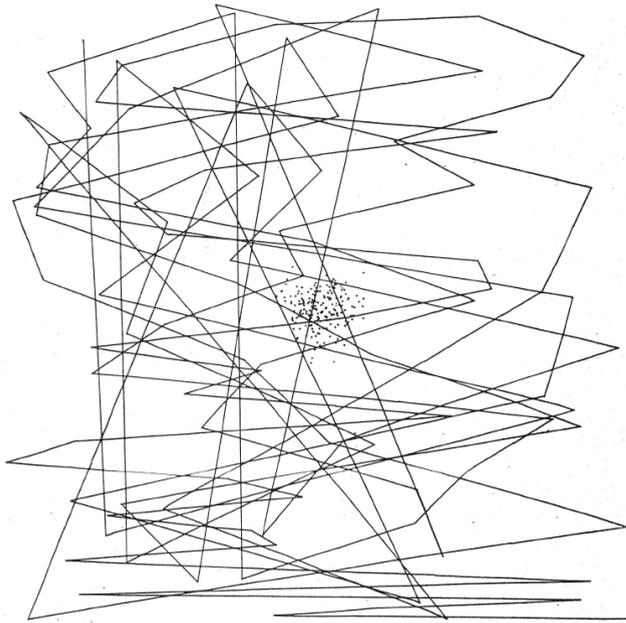


Abb. 2 – Michael Noll, *Pattern Three* (Dreher, 2012)

Es entstanden mehrere Serien, die sich mit Programmen zur Linienkonfiguration auseinandersetzen (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Von Werk zu Werk variierten die Relationen zwischen Komplexität und Vielheit und stießen Fragen nach der Ordnung und Komplexität als ausschlaggebender Teil des ästhetischen Maßes an (Dreher, 2012).

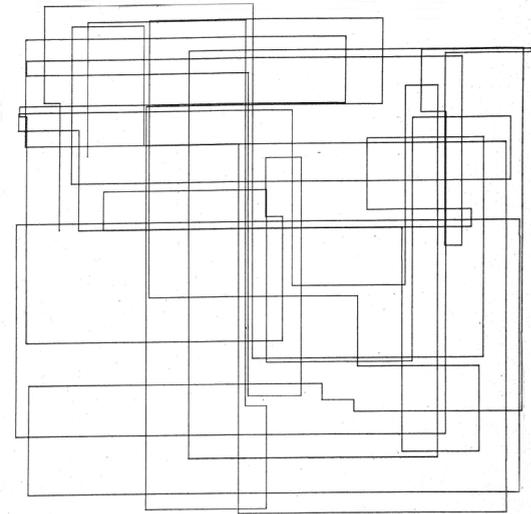


Abb. 3 – Michael Noll, *Pattern Four*, 1962 (Dreher, 2012)

Ein weiteres Beispiel eines generativen Algorithmus sind zelluläre Automaten. Ein zellulärer Automat zeichnet sich durch ein Zellularfeld, eine Nachbarschaft und die Übergangsregeln bzw. die Übergangsfunktion zwischen den Zuständen aus, die die Zelle annehmen kann. Die Zellen sind auf einem unendlich großen Gitter eingeordnet, das wie ein Schachbrett vorstellbar ist. Ein bekanntes Beispiel ist das „Game of Life“ von John Conway. Hierbei gibt es für eine Zelle zwei mögliche Zustände: lebend (schwarz)

oder tot (weiß). Der Zustand ist abhängig von dem Zustand der Zelle selbst, sowie dem ihrer Nachbarn. Wenn eine tote Zelle von drei lebenden Nachbarn umgeben ist, wird sie im nächsten Zeitschritt zum Leben erweckt. Bei mehr oder weniger Nachbarn stirbt die Zelle an „Überbevölkerung“ oder „Einsamkeit“ (siehe Abb. 4).

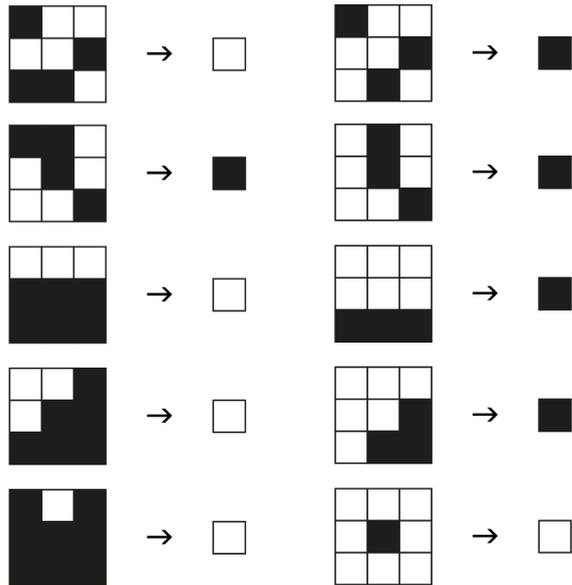


Abb. 4 – Überlebensregel "Game of Life": Eigene Abbildung nach (Blieske, 2018)

Daraus ergeben sich wiederkehrende Muster und Objekte, die bestimmte Eigenschaften aufweisen (Blieske, 2018). Es gibt unendlich viele zelluläre Automaten, die auf einem so aufgebauten Algorithmus basieren und durch unterschiedliche Übergangsfunktionen definiert sind. Auch das Gitter und die Zelle selbst sind variabel vorstellbar und können bei der Überführung in die bildliche Ebene verschiedenste Formen annehmen. Algorithmisches Gestalten zeichnet sich demnach durch eine berechenbare Funktion aus, welche der Visualisierung zugrunde liegt. Der Algorithmus kann dabei unterschiedlich komplex sein.

## Künstliche Intelligenz

Die Weiterführung generativen beziehungsweise programmatischen Gestaltens führt uns zur künstlichen Intelligenz (KI). Hier werden komplexe Algorithmen herangezogen, um ein Werk zu erschaffen. Die Methodiken, welche hinter der Worthülse „künstlicher Intelligenz“ stehen,

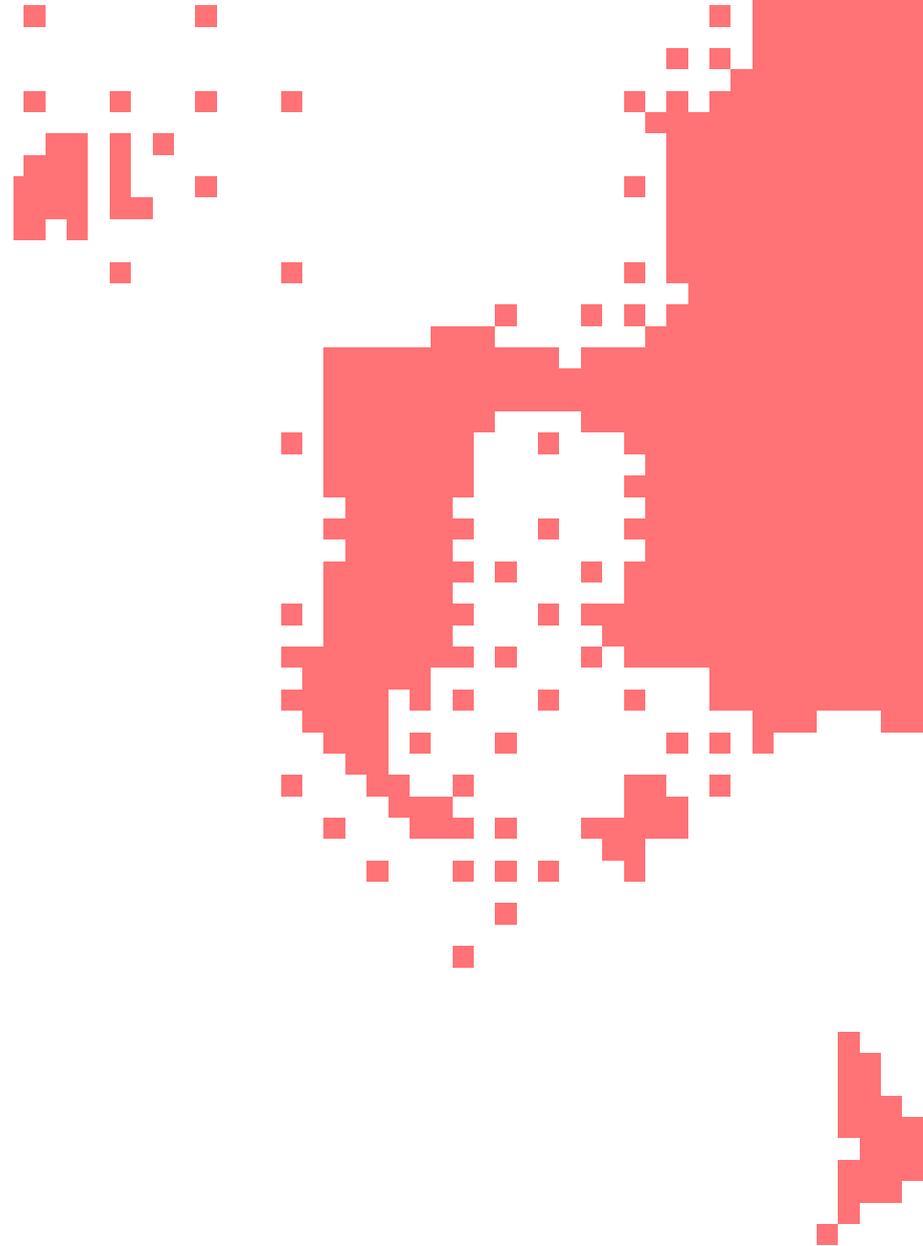
umfassen unterschiedliche Techniken, darunter maschinelles Lernen und Deep Learning. Bei maschinellem Lernen kann der Computer ohne explizite Programmierung lernen, Muster in Daten zu erkennen. Dies kann überwacht und unüberwacht passieren. Bei überwachtem Lernen trainiert ein Modell Muster anhand von ausgewählten Beispieldaten zu erkennen, im Unterschied zu unüberwachtem Lernen, bei dem Muster aus Daten selbständig erkannt werden sollen. Beim Deep Learning können unstrukturierte Informationen durch künstliche neuronale Netze verarbeitet werden und so Mustererkennung, Vorhersage von Ereignissen und weiteres Modelltraining leisten (datasolut, 2022).

Der Unterschied zu anderen Formen algorithmischen Gestaltens ist, dass besonders bei der Technik des Deep Learning die Algorithmen zum Teil so komplex sind, dass sie für menschliches Verständnis kaum nachvollziehbar werden. Der Algorithmus zieht Millionen von Datenpunkten als Eingabe heran und korreliert bestimmte Merkmale, um eine Ausgabe zu erzeugen. Da dieser Prozess weitgehend selbstgesteuert stattfindet, ist er selbst für Programmierende schwer zu interpretieren (Wigmore, 2021).

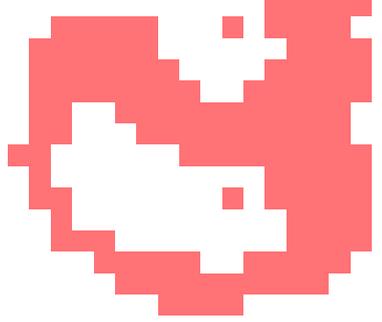
Eben diese mathematische Komplexität lässt das Programm hinter Gestaltungsmethoden, welche im Zusammenhang mit maschinellem Lernen stehen, zur Blackbox werden. Zusammen mit der irreführenden Begrifflichkeit der „künstlichen Intelligenz“, welche mit der menschlichen vergleichbar zu sein scheint, verschwimmen die Grenzen in der Wahrnehmung und werfen die Frage auf, inwiefern der Computer als autonome Instanz wahrgenommen wird.

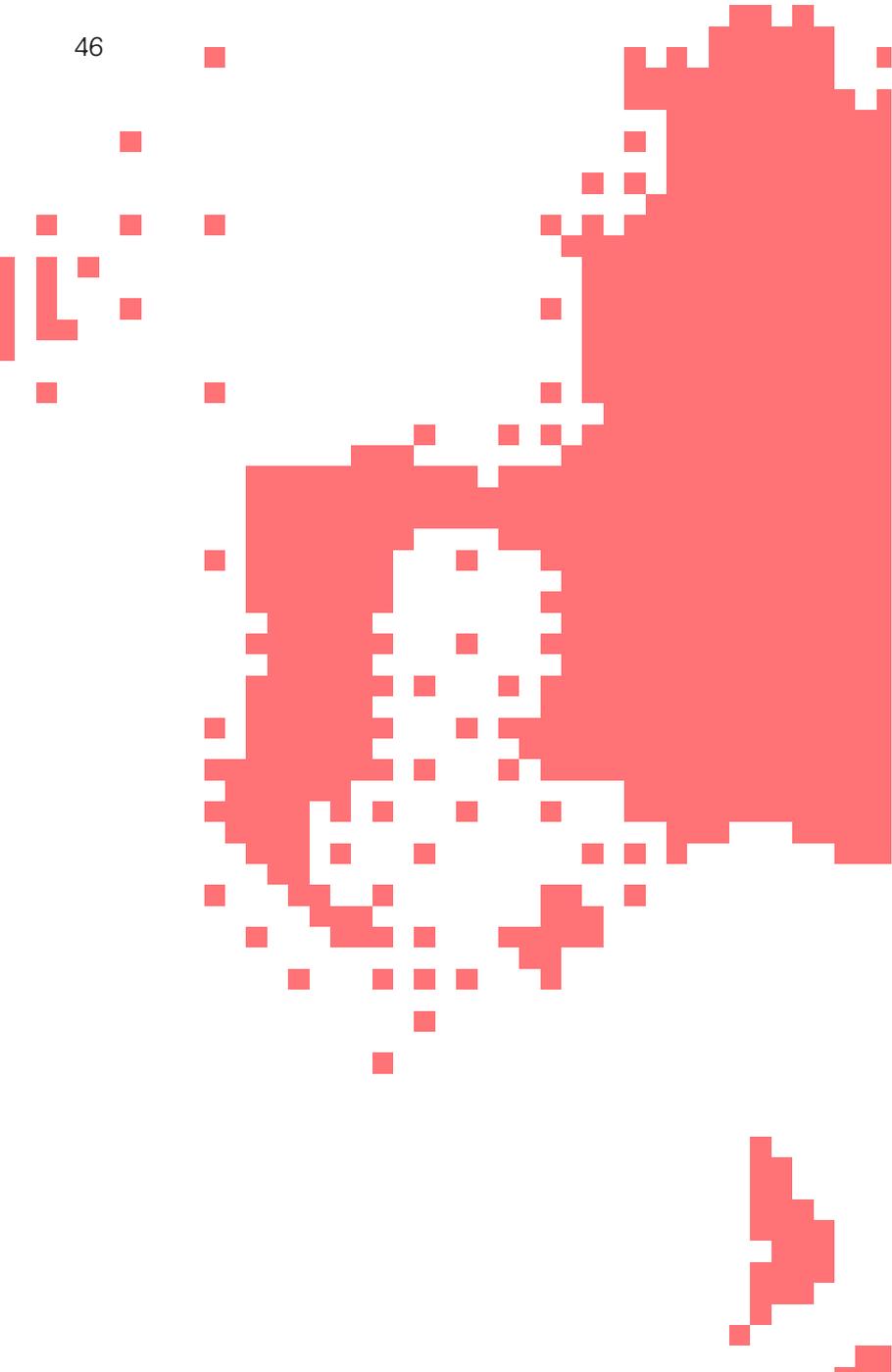
Selbstlernende Algorithmen werden daher in dieser Arbeit als Sonderform der generativen Gestalten betrachtet. Nichtsdestotrotz haben all diese Beispiele eine Gemeinsamkeit:

Das generative Programm als Zwischenschritt im Gestaltungsprozess, welches teils mehr, teils weniger autonome Entscheidungen trifft. Diese sind je nach Art des Programmes unterschiedlich komplex, nachvollziehbar und steuerbar. Der Einsatz von analogen und digitalen Algorithmen gibt so Teile des Gestaltungsprozesses an die Instanz der Maschine ab.



# 03 KOMMUNIKATION





*“Think of the computer not as a tool,  
but as a medium.”*

— Laurel, 1993, S.2

Um nun die Kommunikation der Werke zu untersuchen, die auf generativen Techniken basieren, lohnt sich ein Blick in die semiotische Betrachtung von Kunstwerken, sowie das Kommunikationsmodell. Da nicht nur der Kunstschaffende, sondern auch das Programm, im Falle der Computerkunst, die Maschine, am Formulierungsprozess des bildhaften Werkes beteiligt ist, stellt sich die Frage nach einer Veränderung im Kommunikationsmodell. Wie verschiebt sich die Interpretation von Information bei generativen Werken? Welche Fertigkeiten werden dem Computer auf Basis der Zeichenwissenschaft zugeschrieben?

## Sender\*in und Empfänger\*in

Um sich diesen Fragen anzunähern, lohnt sich ein Blick in die allgemeine Untersuchung von Kunst als Kommunikationsphänomen. Damit man von einem Kommunikationsprozess sprechen kann, müssen nach den Konzepten von Shannon und Weaver folgende Komponenten vorliegen: ein\*eine Sender\*in, ein\*eine Empfänger\*in und eine Nachricht, welche zwischen beiden übermittelt wird. Die Größe der Nachricht ist die Information. Im rein technischen Sinne umfasst dies die Verwendung eines Kommunikationskanals, über den Signale zwischen einem\*einer Sender\*in und einem\*einer Empfänger\*in übertragen werden. Beide, der\*die Sender\*in und der\*die Empfänger\*in, müssen über ein Repertoire an Zeichen verfügen, um die übermittelte Nachricht zu entschlüsseln. Dabei teilen sie einen gemeinsamen Satz von Zeichen und ein intelligentes System ist in der Lage, sein Repertoire kontinuierlich zu erweitern und anzugleichen, was als ein fortlaufender Lern- und Bildungsprozess betrachtet wird. Im künstlerischen

schon Schaffensprozess lässt sich dies wie folgt einordnen: Der\*Die Künstler\*in nimmt die Rolle des\*der Senders\*in ein und entwickelt eine Idee, die in dem Moment, in dem sie übermittelt wird, codiert wird. Auf der anderen Seite konstruiert der\*die Betrachter\*in, die als Empfänger\*in fungiert, basierend auf der empfangenen Nachricht eine eigene Idee oder Interpretation (Moles, 1973, S. 13 f.).

## Information

Ein wesentlicher Untersuchungsansatz im Zusammenhang mit Computerkunst und Kommunikation ist der Begriff der Information als messbare Größe einer Nachricht.

Sie definiert sich durch eine Folge von Zeichen und ist abhängig von deren Länge, deren räumlichen und zeitlichen Dimensionen des Trägers, sowie von dem Übertragungskanal. Als Beispiel nennt A. Moles hierfür die „Sprechdauer, Durchmesser einer Platte, Größe eines Bildes, Anzahl gedruckter Zeichen“ (Moles, 1973, S. 14). Vor

allem aber die Unwahrscheinlichkeit ihres Auftretens definiert die in der Nachricht enthaltene Information. Diese Unwahrscheinlichkeit wird als Neuigkeits- und Originalitätsmenge benannt, welche aus der Realität der Kunstschaffenden in die Realität der Betrachtenden transportiert wird.

Da das Zeichen vor der Übertragung bereits existiert, hängt die Information vom Repertoire an Zeichen ab, das Sender\*in und Empfänger\*in gemeinsam ist. Moles unterscheidet zwischen semantischer und ästhetischer Information. Diese überlagern sich für die Betrachter\*in eines Werkes. Während die semantische Information explizit bekannt und formulierbar ist, ist die ästhetische Ausdruck der Variationen, welche die Nachricht erfährt und doch identifizierbar bleibt (siehe Abb. 5).

Diese Art von Zeichen der ästhetischen Information einer Nachricht sind für die Betrachtenden nicht explizit auflösbar (Moles, 1973, S. 27 f.).

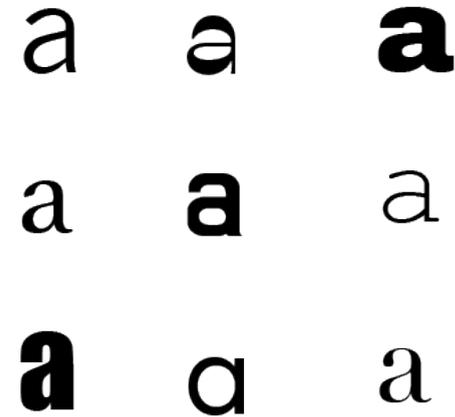


Abb. 5 — Ästhetische Variationen ein und desselben typographischen Zeichens ohne Modifizierung seines semantischen Wertes als „Buchstabe A“: Eigene Abbildung nach (Moles, 1973, S. 29)

## Zeichen

Wie im vorherigen Absatz beschrieben, ist die Größe der Nachricht die Information, welche aus Zeichen besteht. Charles S. Peirce, Begründer der modernen Semiotik, identifiziert ein Zeichen im Allgemeinen als eine triadische Struktur aus drei Komponenten: Repräsentamen, Objekt und Interpretant.

Das Repräsentamen ist das Zeichen selbst, beispielsweise ein Bild. Es repräsentiert ein Potenzial von Interpretationsmöglichkeiten und ist in der Regel ein komplexes semiotisches Gebilde. Das Objekt ist das, auf das sich das Zeichen bezieht. Es kann alles sein, was im Zeichenprozess thematisiert wird, aber notwendigerweise abwesend bleibt. Zum Beispiel repräsentiert der Traum des Königs nicht den König selbst, sondern etwas über den König oder sein Schicksal. Der Interpretant ist ein weiteres Zeichen, das sich auf die Differenz zwischen Repräsentamen und Objekt bezieht. Er stellt eine Deutung des Zeichens dar, nicht die Person, die interpretiert. Das Repräsentamen kann sich auf das Objekt nur beziehen, indem es einen Interpretanten hervorbringt, der die Bedeutung des Zeichens vermittelt.

Die triadische Zeichenrelation betont, dass diese drei Aspekte miteinander in Beziehung stehen und jede Änderung in einem dieser Aspekte die anderen beeinflusst. Das Zeichen repräsentiert also nicht nur etwas Faktisches, sondern auch

die verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten, die sich durch die Beziehung zwischen Repräsentamen und Objekt ergeben. Die Drehung eines Bildes beispielsweise zeigt, wie sich das Repräsentamen ändert und neue Interpretationsmöglichkeiten eröffnet, wodurch sich auch die Interpretanten verändern (Bogen, 2000).

## Zeichen generativer Werke

Nähert man sich auf Basis dieser Theorien dem generativen Kunstwerk, so eröffnet sich die Kommunikation als Sonderfall. Dem Werk liegt ein programmierter Code zugrunde, welcher sich demnach einem definiertem Zeichenrepertoire bedient und daraus seine Eigenästhetik entwickelt. Dabei steht besonders der Computer als Zeichenmaschine im Fokus, der als verarbeitende Instanz und Interpretant gleichzeitig fungiert. Denn das algorithmische Zeichen besitzt eine zusätzliche Komplexität im Kommunikationsprozess, weil es stets von zwei Instanzen interpretiert wird: vom Menschen und vom Computer.

Der Mensch produziert den intentionalen Interpretanten, der Computer produziert in kausalem Prozess einen automatischen Interpretanten.

Die Maschine kann nicht nur ein Werkzeug des Menschen sein, sondern auch eine eigene Interpretation des algorithmischen Zeichens vornehmen.

Der Akt der maschinellen Interpretation ist ein determinierter Prozess, der auf der Ausführung von Algorithmen basiert. Im Gegensatz zur menschlichen Interpretation, die von Wahlfreiheit und Willkür geprägt ist, folgt die maschinelle Interpretation einem vordefinierten Ablauf, der durch das Programm vorgegeben wird. Dabei wird das zu interpretierende Objekt in eine Folge von Symbolen oder Daten umgewandelt, die vom Computer verarbeitet werden können. Anschließend wird der Algorithmus ausgeführt, der auf Basis der vordefinierten Regeln und Bedingungen eine eindeutige Interpretation des Objekts liefert. Diese Interpretation ist determiniert, da sie ausschließlich auf den vordefinierten Regeln und Bedingungen des Algorithmus ba-

siert und keine Wahlfreiheit zulässt. Im Gegensatz dazu kann die menschliche Interpretation aufgrund der Vielzahl möglicher Interpretationen und der subjektiven Wahrnehmung des Interpreteten zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (Distelmeyer, Ehrmanntraut, & Müller, 2021, S. 54).

Der Computer als System, das Zeichen verarbeitet, um Informationen zu generieren, zu interpretieren und zu kommunizieren, wird oft unter dem Konzept des Computers als „semiotische Maschine“ (Grabowski, 2006, S. 239) bezeichnet. Die Idee verdeutlicht, dass der Computer nicht nur ein Werkzeug zur Verarbeitung von Daten ist, sondern auch eine Rolle bei der Schaffung und Interpretation von Bedeutung spielt. Somit hat der Computer eine relevante Rolle in der Kommunikation generativer Werke, in dessen Kommunikationsprozess nicht nur menschliche, sondern auch maschinelle Interpretation involviert ist.

## Computer als Medium

Der Computer hat aufgrund seiner einzigartigen Fähigkeit zur Zeichengenerierung auch semiotische Bedeutung. In dieser Rolle verarbeitet der Computer Zeichen, die in Beziehung zwischen menschlichen und technischen Akteuren stehen. Hierbei werden drei Perspektiven auf den Computer hervorgehoben: die des Computers als Automaten, als Werkzeug und als Medium.

Die Sichtweise des Computers als Automaten betont insbesondere seine Fähigkeit zur Verarbeitung und Berechnung von Zeichenmaterial. In dieser Sichtweise wird die maschinelle, verarbeitende und berechenbare Funktion des Computers betont. Der Automat führt präzise Befehle aus und behandelt Zeichenprozesse auf syntaktische Weise. Hier liegt der Fokus auf Funktionalität und Rationalität. Die steuernden Automatismen, die es uns ermöglichen Aufgaben auszuführen, stehen im Mittelpunkt, wobei der Computer die technische Grundlage für diese Funktionen bereitstellt. Die Sichtweise des

Computers als Werkzeug hebt hingegen seine interaktive Funktion hervor. Diese Perspektive betont die Handlungsfunktion des Computers und die Hand-Auge-Koordination. Hier geht es darum, Zeichenmaterial aktiv zu manipulieren und konkrete Aufgaben auszuführen. Wir verwenden Werkzeuge (Symbole oder Ikonen), um mit dem Zeichenmaterial zu interagieren, ohne die Details des Computers vollständig verstehen zu müssen. Diese Sichtweise kombiniert die bearbeitende Funktion des Werkzeugs mit der interaktiven Funktion.

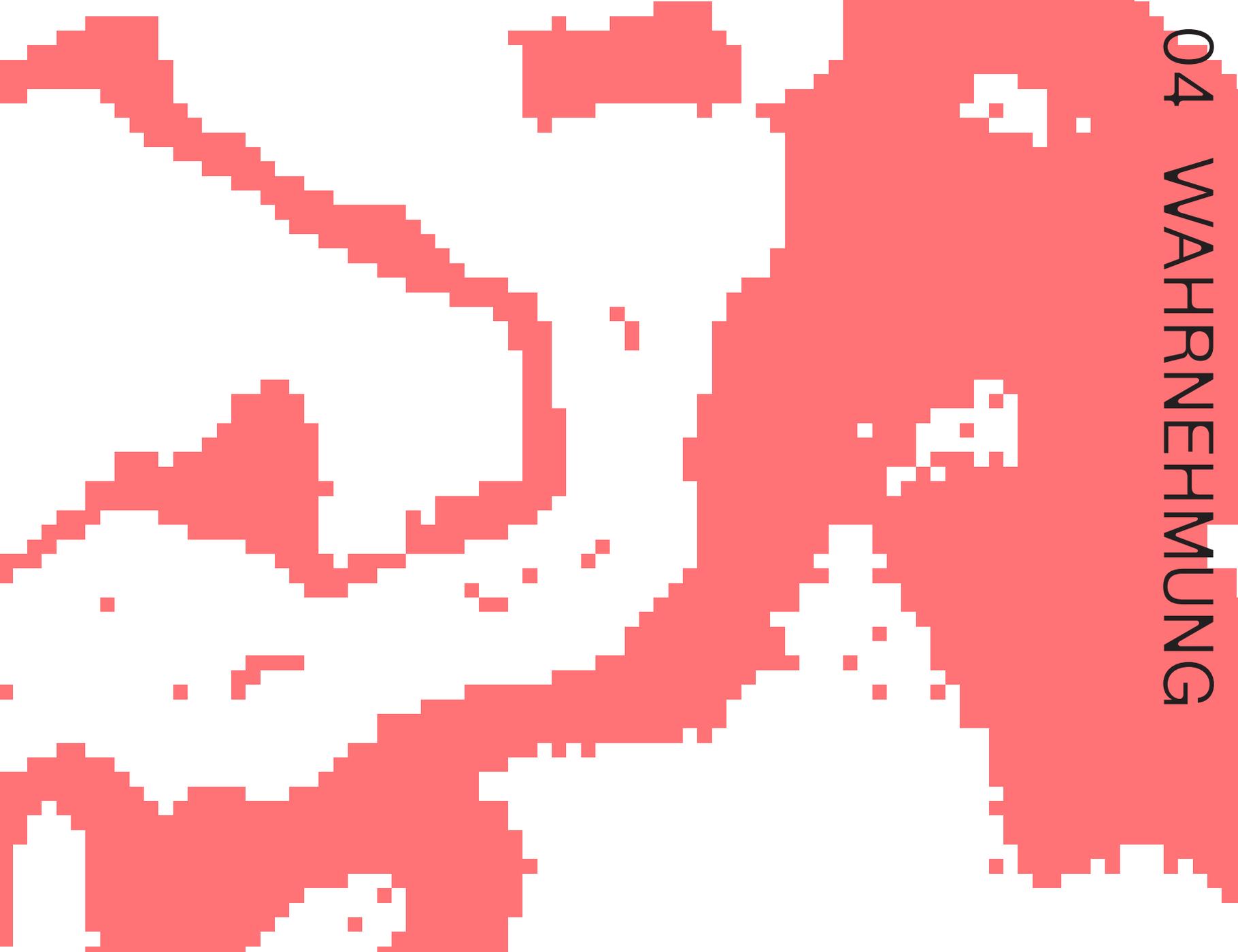
Wenn wir den Computer als Medium betrachten, stehen seine kommunikativen Funktionen im Vordergrund. Dies umfasst sowohl die Eigenkommunikation, bei der der Computer als Schnittstelle zur Interaktion mit der Maschine dient, als auch die Fremdkommunikation, bei der er die Interaktion mit anderen Computern und Teilnehmern ermöglicht. Hier spielen Konnektivität, Informationsaustausch und Verteilung eine zentrale Rolle.

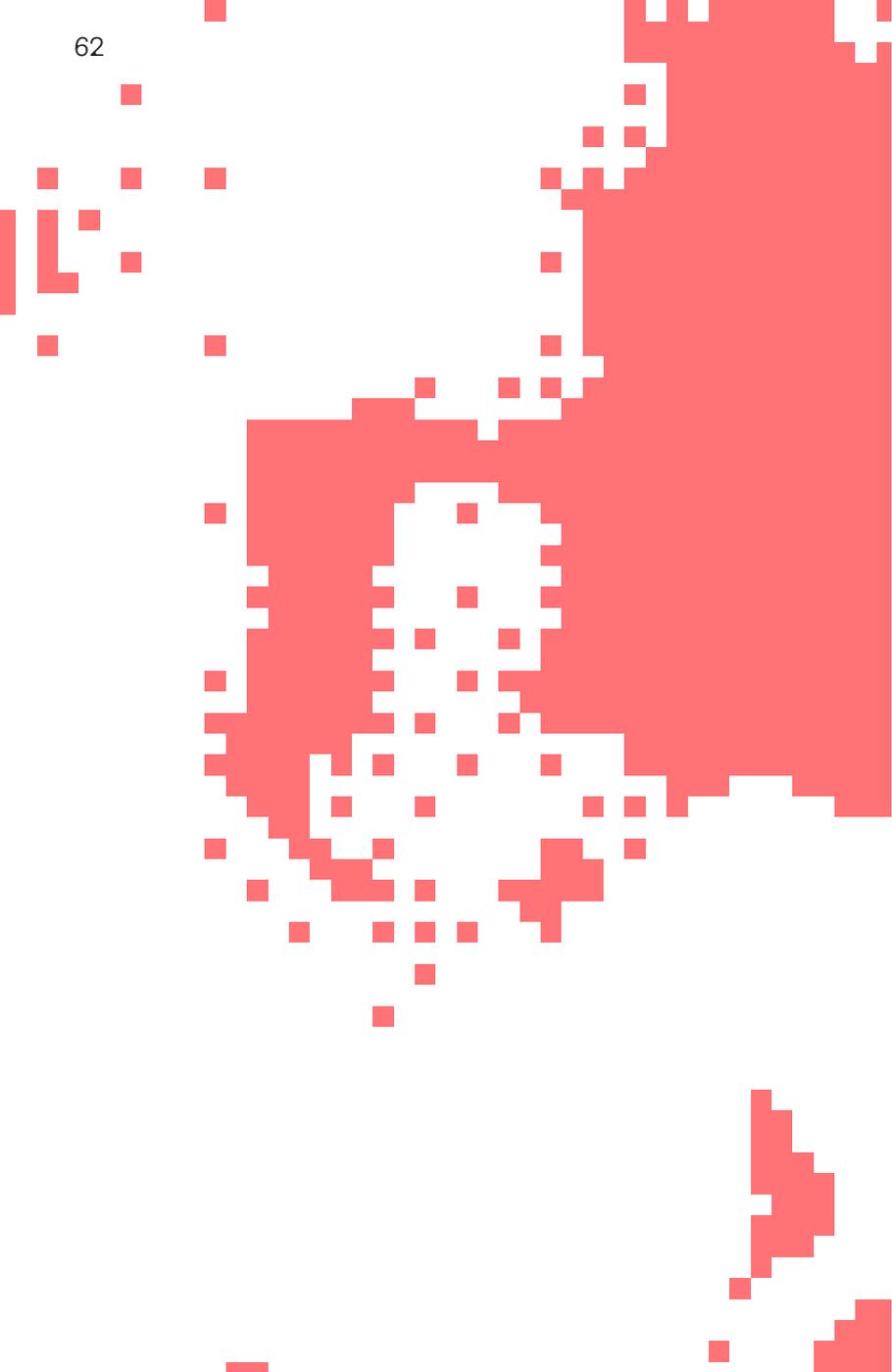
Das Medium agiert als Vermittler zwischen Menschen und Maschine sowie zwischen Mensch und Welt (Grabowski, 2006, S. 239 f.).

Zusammengefasst integriert die Perspektive des Computers als Medium die Sichtweisen des Automaten und des Werkzeugs und präsentiert den Computer als ein instrumentales Medium, das Verbindungen herstellt und auf das Verbundene Einfluss nehmen kann.



# 04 WAHRNEHMUNG





Generative Kunst als „Programmierung des ästhetischen Schönen“ ist ein ausgezeichnetes Paradigma für die Annahme, ästhetische Information sei mess- und als Formel reproduzierbar. Da der Entstehungsprozess, die Formulierung eines Regelsatzes, mehr im Fokus steht als das Endprodukt, kann das Programm als eine Klasse verstanden werden, zu der das noch nichtexistierende Werk gehören wird (Distelmeyer, Ehrmanntraut, & Müller, 2021, S. 55).

Dabei stellt sich die Frage: Können ästhetische Zustände algorithmisiert werden?

Um dieser Frage nachzugehen, soll zuerst geklärt werden, was unter ästhetischer Wahrnehmung verstanden werden kann.

## Ästhetische Wahrnehmung

Ästhetische Wahrnehmung ist ein aktiver Tätigkeitsprozess, der sich zwischen ästhetischer Erfahrung und ästhetischen Urteilen manifestiert. Unsere Beziehung zu uns selbst, zu den Dingen und zur Welt im Allgemeinen wird durch unsere Sinne vermittelt. Wenn wir etwas wahrnehmen, sei es visuell, auditiv, taktil oder auf andere Weise, verbindet sich die wahrgenommene Information mit unseren Empfindungen. Diese Empfindungen werden geprägt von unseren Erinnerungen, Erfahrungen, Wünschen, Wertesystemen und bereits vorhandenem Wissen. Wir nehmen nicht nur das Materielle wahr, sondern auch die Bedeutungsebene. Die ästhetische Wahrnehmung ist ein Akt der Erfahrung, der in einem bewussten Erleben mündet. Sie findet nie isoliert von anderen Zeichenaktionen statt und ist eng mit unserem aktiven schöpferischen Prozess verbunden (Grabowski, 2006, S. 149). Die Erfahrung von Kunst wird oft modellhaft für ästhetische Erfahrungen insgesamt angesehen. Eine ästhetische Erfahrung ergibt sich nicht nur

im rezeptiven Umgang mit einem vorhandenen Objekt (das Kunstwerk), sondern auch dort, wo ästhetisch gestaltet wird. Rezeption und Produktion sind hier gleichermaßen mitgedacht. Um Besonderheiten ästhetischer Erfahrung sichtbar zu machen, gibt es einige Kernmerkmale, welche jedoch nicht immer gleichzeitig auftreten müssen. Zu ihnen gehören Synästhesie und Leiblichkeit, Selbstzweck und Selbstbezüglichkeit, Selbstbezug und Weltbezug und Eigenzeitlichkeit und Eigenräumlichkeit. Für das Verständnis ästhetischer Erfahrung in der Computerkunst ist besonders der doppelte Zugang zwischen Ding- und Zeichencharakter interessant (Brandstätter, 2013).

Denn bezogen auf Computerkunst werden zwei Prozesse betrachtet: eine algorithmische Beschreibung und eine sinnliche Erscheinung. Diese Computerkunstwerke können als abstrakt-formale Bilder betrachtet werden, die auf Strukturen und Relationen basieren. Sie dienen nicht nur als Zeichen, sondern auch als Mittel zur Erfahrung. Die Interaktion mit den elementa-

ren Zeichen und Strukturen führt zu einer sinnlichen Erkenntnis, die die Verbindung zwischen Wissenschaft und Kunst im Computerkunstwerk ausdrückt. Das Computerkunstwerk zeigt Offenheit in seinen vielfältigen Codes und Darstellungsweisen, während es gleichzeitig durch formale Ausdrücke begrenzt wird. Computerkunst ermöglicht durch die Vereinigung von algorithmischer Beschreibung und sinnlicher Erscheinung eine einzigartige Erfahrung. Dies verbindet die ästhetische Betrachtung mit der Tiefe der algorithmischen Strukturen und lädt den Betrachter zu einem verschränkten Prozess ein, der sowohl eine sinnliche Erkenntnis als auch eine reflektierte Auseinandersetzung mit dem Kunstwerk fördert (Grabowski, 2006, S. 153).

## Prinzipien und Positionen

Dass die Wahrnehmung eines Kunstwerkes durch allgemeine Strukturen und Prinzipien geprägt ist, konstatiert auch Arnheim in „Art und Visual Perception“ (1965). Arnheim diskutiert Aspekte der Wahrnehmung, wie beispielsweise die Organisation von visuellen Elementen, die Wahrnehmung von Bewegung, die Bedeutung von Symbolik und Metaphern sowie die Komposition von Kunstwerken. Er untersucht die psychologischen und kognitiven Prozesse hinter der visuellen Wahrnehmung und zeigt auf, wie diese Prozesse beeinflussen, wie wir Kunstwerke wahrnehmen und auf sie reagieren. Die algorithmischen Strukturen, welche sich oft auch in der Ästhetik generativer Gestaltung wiederfinden, lassen sich folgenden Wahrnehmungsprinzipien unterordnen und darauf aufbauend bewerten:

*Prinzip der Organisation* — Das Prinzip der Organisation bezieht sich auf die Art und Weise, wie visuelle Elemente zu einer Einheit zusammengefügt werden. Bei generativer Gestaltung

können Algorithmen eine Vielzahl von Elementen erzeugen, die scheinbar zufällig angeordnet sind. Jedoch kann die gezielte Organisation dieser Elemente dennoch dazu führen, dass der Betrachtende Muster und Strukturen erkennt. Durch die Anwendung von Prinzipien wie Gruppierung, Kontrast und Ausrichtung können bestimmte visuelle Elemente hervorgehoben und eine visuelle Kohärenz geschaffen werden, die zu einer ästhetischen Wahrnehmung des Werkes beiträgt.

*Prinzip der Wahrnehmung von Bewegung* — Computerkunst kann oft eine Illusion von Bewegung erzeugen, wenn sich die visuellen Elemente kontinuierlich verändern. Arnheim betont, dass die Wahrnehmung von Bewegung in der Kunst eine aktive Beteiligung des Betrachtenden erfordert. Durch die Manipulation von Farbe, Form und Platzierung der Elemente kann das generative Werk eine dynamische visuelle Erfahrung bieten. Betrachtende können verschiedene Bewegungsmuster erkennen und eine emotionale Resonanz auf die Veränderungen im Werk empfinden.

*Prinzip der Symbolik und Bedeutung* — Generative Gestaltung kann abstrakt und offen für Interpretation sein. Die Verwendung von Symbolik und metaphorischen Elementen kann die Wahrnehmung in der Kunst beeinflussen. Arnheim argumentiert, dass visuelle Wahrnehmung stark von unserem Verständnis und unseren Erfahrungen geprägt ist. In der generativen Gestaltung können Symbole und ihre Beziehungen zueinander verschiedene Bedeutungen vermitteln und Assoziationen beim Betrachtenden hervorrufen. Indem bestimmte Symbole und Muster betont oder wiederholt werden, kann eine tiefere Bedeutungsebene in der Gestaltung geschaffen werden.

*Prinzip der Komposition* — Die Komposition bezieht sich auf die Art und Weise, wie Elemente in einem Bild oder einer Kunstform angeordnet sind. In der generativen Gestaltung können Algorithmen durch Erkundung eines Möglichkeitsfeldes eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Komposition bieten. Arnheim argumentiert, dass eine ausgewogene Komposition das Auge der

betrachtenden Person leitet und eine klare visuelle Hierarchie schafft. Durch die Anwendung algorithmischer Prinzipien wie dem Goldenen Schnitt, dem Gleichgewicht von Elementen und der Nutzung von Leerflächen kann die Wahrnehmung der generativen Gestaltung beeinflusst und eine ästhetische Wirkung erzielt werden. Der Einsatz des Computers bei der Erschaffung digitaler, generativer Werke ist prädestiniert bei den Betrachtenden eine ästhetische Wahrnehmung zu erzielen - besonders laut den von Arnheim aufgestellten Prinzipien.

Auch der Elektrotechniker und Akustiker Abraham Moles steuert in seinem Buch „Kunst und Computer“ (1973) einige interessante Überlegungen zu diesem Thema bei, die auch die Rolle des Computers in der ästhetischen Kreation konkretisieren: Er konstatiert, dass bei der künstlerischen Arbeit ästhetischer Werke der\*die Künstler\*in zu Fachkraft für Empfindung wird, die die Arbeit der Maschine vorbereitet. Der Computer kann im Prozess verschiedene ästhetische Positionen einnehmen, welche den Gegenstand der

Kreation und die Fertigkeiten des Computers als Zeichenmedium hervorheben. Moles spricht hier auch vom Computer als „Übersetzungsmaschine“ (Moles, 1973, S. 78). Die Positionen, die er benennt, äußern sich wie folgt:

*Ästhetik als Kritikerin der Natur* — Die Maschine fungiert als Betrachterin und charakterisiert Gesehenes statistisch. Anhand verschiedener ästhetischer Kriterien analysiert die Maschine ihr gegebene Daten und entscheidet über deren Ästhetik.

*Kritische Ästhetik* — Die kritische Ästhetik geht davon aus, dass es Regelmäßigkeiten und Muster gibt, zu deren Erkennung der Mensch nicht fähig ist. Diese Lücke soll der Computer schließen und neue analytische Formen hervorbringen.

*Angewandte Ästhetik* — Bei der angewandten Ästhetik soll die Maschine, anhand eines Werkes, das die Menschheit als schön klassifiziert hat, Eigenschaften extrahieren und generalisieren, sie manipulativ machen und semantisch

explizit speichern. Der Computer wird zum künstlichen Kreator, der versucht, die Kreativeprozesse zu reproduzieren. Dabei steht am Ende nicht die Übereinstimmung als Ziel, sondern die Originalität vor dem Hintergrund des gegebenen Stils.

*Abstrakte Kreation* — Bei der abstrakten Kreation soll die Maschine die Idee eines Künstlers zur Vollendung führen. Sie soll als Komplexitätsverstärker dienen und aus dem ihr gegebenen Zeichenrepertoire einen Wunsch zu Ende denken und ein Werk realisieren.

*Permutationelle Kunst* — Die Maschine erforscht systematisch alle möglichen Werke eines Zeichenrepertoires (Idee). Die Möglichkeit der Kombinationen ist durch eine Folge von Regeln (Algorithmus) definiert. Die Zahl der resultierenden Werke kann immens sein und deshalb nach weiteren Werten aussortiert werden. Der\*die Künstler\*in legt den Algorithmus und das Filterprogramm fest (Moles, 1973, S. 78 ff.).

## Ästhetik der Information

Blickt man in die Geschichte der Computerkunst, findet man auch hier zahlreiche Ansätze, die versuchen, ebenjene Ästhetik mathematisch zu greifen. Hier kommt der Begriff der Information als messbare Größe wieder in Spiel.

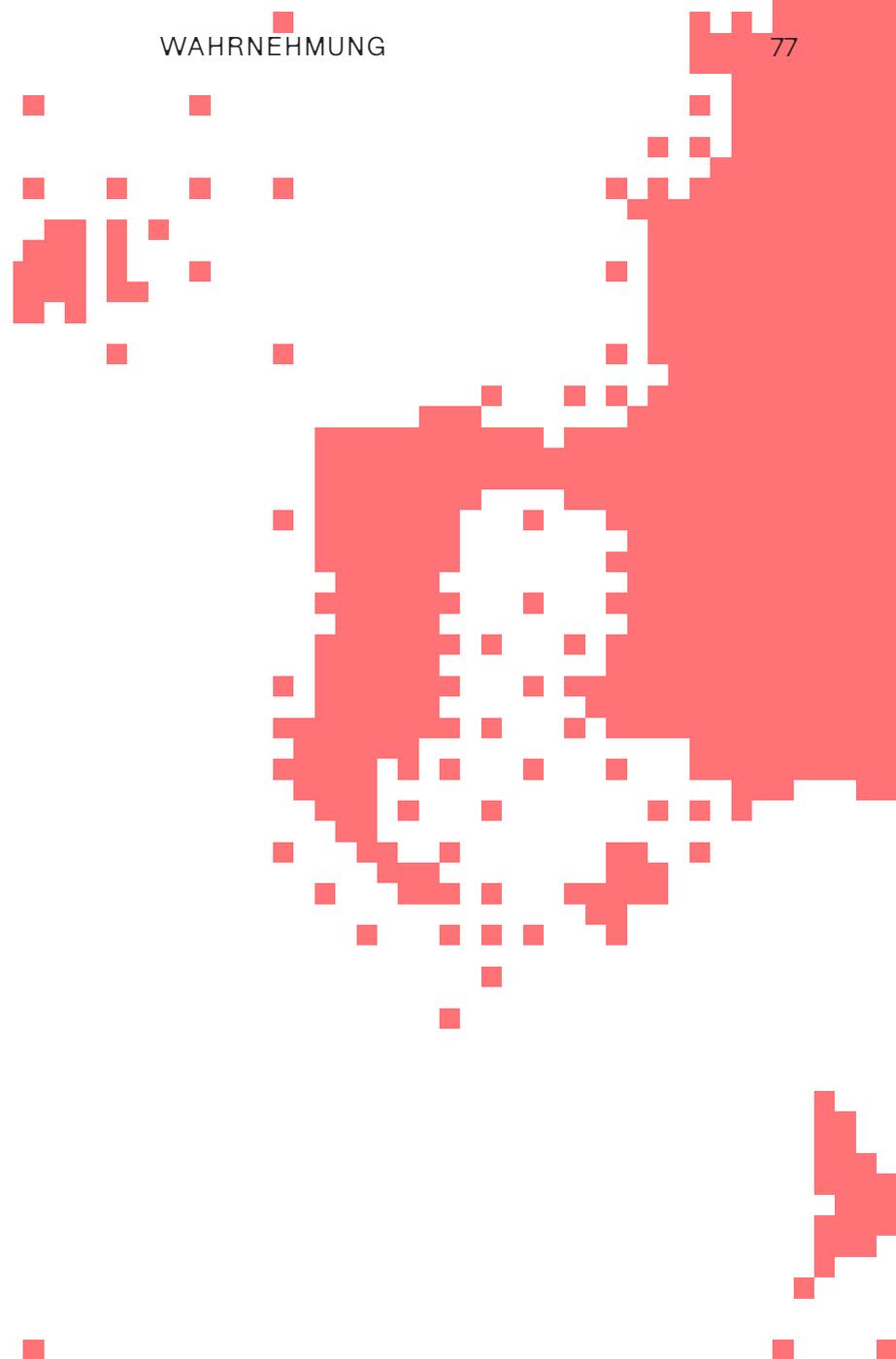
Besonders prägend auf diesem Gebiet ist die Informationsästhetik von Max Bense. Sie ist eine wissenschaftliche Theorie, die sich mit der Untersuchung von ästhetischen Phänomenen und der Herstellung von Kunstwerken durch mathematische und empirische Verfahren befasst. Sie entstand in den 1950er Jahren als Reaktion auf die Faschismus-Erfahrungen des Nationalsozialismus und mit dem beginnenden Computerzeitalter. Damals waren Logik, Aufklärung und Information als Waffe gegen emotionale Manipulation auf dem Vormarsch. Die generative Ästhetik entwirft Prinzipien möglicher Kunstwerke in der Form der reinen Theorie und nicht durch die Mittel der Kunst. Ziel der Informationsästhetik ist die Bestimmung eines objekti-

ven ästhetischen Zustands, der unabhängig von einer bestimmten Wahrnehmungsweise ist. Dabei beruft sich Bense auf die Überlegungen des Mathematikers Georg David Birkhoff, der in seiner Formel für die Berechnung eines ästhetischen Maßes die Parameter Ordnung und Komplexität heranzieht und diese ins Verhältnis setzt. Birkhoffs Formeln stoßen jedoch auf viel Kritik, da er impliziert, dass Ordnung und Komplexität in Zahlen zu fassen und somit messbar sind. Mit der informationstheoretischen Ästhetik, welche Bense in Folge entwickelt, grenzt er sich ab von der rein numerischen Erfassung. Auf Basis des Kommunikationsmodells der Nachrichtentechnik erarbeitet Bense eine Theorie, die den Informationsgehalt einer Nachricht mathematisch-statistisch berechnet. Das ästhetische Maß lässt sich nun gleichsetzen mit der Wahrscheinlichkeit, mit der die Zeichen statistisch auftreten: Je unwahrscheinlicher das Auftreten eines Zeichens, desto höher ist das Maß an ästhetischer Information – oder auch: Je wahrscheinlicher ein kommunikatives Ereignis ist, desto weniger ästhetische Information beinhaltet es. Als Ergebnis

endet die Formel am Ende in einer Dezimalzahl, in der alle Komponenten eines Kunstwerkes verschwinden. Offensichtlich ist dies zur Bewertung von Kunst unzulänglich und so bleiben Benses Berechnung zwar nach wie vor interessant und für die Zeit bahnbrechend, aber weitestgehend unbrauchbar (Oswald, 2015).

Um hier den Bogen zur Frage nach der Algorithmisierung ästhetischer Zustände am Anfang des Kapitels zu spannen, hat Praxis und Geschichte folgendes offenbart: Der Computer spielt eine wichtige Rolle für die Erforschung von Ästhetik, da er es ermöglicht, komplexe mathematische und algorithmische Verfahren zur Erzeugung von Kunstwerken anzuwenden. Die Idee besteht darin, abstrakte Elemente und Gestaltungsregeln in algorithmische Konzepte zu fassen, die von einem digitalen Computer ausgeführt werden können. Sie dient als gutes Beispiel zur Vergegenwärtigung, dass alles Wahrgenommene bei Umgang mit dem Computer die Charakteristik der Berechenbarkeit der Maschine aufweist, jedoch eine Form des Ausdrucks im Ästheti-

sehen braucht. Ein wahrgenommenes Objekt ist immer eine Abbildung aus einer Menge von Zahlen. Wir nehmen ein mögliches Objekt aus einer Klasse an Objekten wahr. Die Computerkunst ist somit ein Mittel und Gegenstand des Ausdrucks algorithmischer und ästhetischer Möglichkeiten. Eingebettet in Prozesse, erscheinen einzelne Produkte als ihr Gegenstand. Aber mehr noch: Die Computerkunst avanciert selbst zum Mittel der Vermittlung, was auf die Eigenheit des digitalen Mediums verweist (Grabowski, 2006, S. 154 f.).



05 SENDER\*IN



*„Die Maschine bedarf des menschlichen Ich, der Leitung durch das der Maschine überlegene Selbstbewusstsein. Die Information bedarf des Informanten, des Senders, der mehr ist als eine Nachrichtenquelle, der vielmehr weiß, dass er Nachrichten sendet.“*

— Pfeiffer, 1972, S. 100

Ein Computer ist eine binäre Rechenmaschine. Er kann lediglich die Ziffern Eins und Null verarbeiten. Dabei müssen alle Rechenschritte, die nicht additiv sind, schrittweise nach Befehl eines Programms umgewandelt werden, um überhaupt verarbeitet werden zu können (Pfeiffer, 1972, S. 170). Trotz dieser rudimentären Funktionsweise, auf der alle Operationen eines Computers basieren, wird dem Computer symbolhafte Bedeutung zugeschrieben. Diese wirkt sich auch auf den Kommunikationsprozess aus und eröffnet Fragen nach der wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen Menschen und Maschine? Warum wird einem Computer Kreativität zugeschrieben? Was unterscheidet diese Zuschreibung von Kreativität als eine humane Eigen-

schaft? Und was hat das mit Intelligenz zu tun? Dies führt uns auch zu Debatten, die heute besonders im Zusammenhang mit dem Einsatz von „künstlicher Intelligenz“ geführt werden.

## Freiheit

Die Gedanken zur Ähnlichkeit des Menschen und der Maschine gehen auf die Kybernetik zurück. Die Kognitionswissenschaft beschreibt unseren Geist als eine besondere Art von Maschine, einen allgemein intelligenten Computer, der aus einem in den Körper eingebetteten Nervensystem besteht. Intelligenz kann als die Fähigkeit eines Systems verstanden werden, Modelle zu erstellen, in der Regel im Dienst der Regulierung der Interaktion dieses Systems mit seiner Umwelt (Grumbach, 2016). Theorien der Kybernetik werfen die Frage auf, ob das Gehirn als informationsverarbeitendes System mit der Maschine vergleichbar ist und was uns letztendlich voneinander unterscheidet. Dabei fungiert Freiheit als ein Paradigma.

Denn die Bereiche, in die Maschinen heute vordringen, wie etwa die Schaffung von Kunstwerken, waren ehemals als typische Züge des „Geistigen“, des menschlichen gesehen worden. Sowie sich „Freiheit“, als rein menschliches Konstrukt in der Theorie auch in einem maschinellen Programm abbilden lässt, zum Beispiel in Form eines Zufallsgenerator, gibt es Studien, die behaupten, dass der Wille des Menschen durch unterschiedlichste Einflüsse determiniert ist. Der Neurowissenschaftler Benjamin Libet präsentiert 2001 die Studie „Do We Have Free Will“. Sie soll herausfinden, ob Handlungen im Gehirn bereits vorbereitet werden, bevor wir uns ihrer bewusst sind. Mithilfe eines EEG, das die Gehirnaktivität von Probanden messen sollte, stellte Libet fest, dass es eine Hirnaktivität gibt, noch bevor eine bewusste Entscheidung zur Handlung erfolgt. Geht man davon aus, dass unser Bewusstsein nicht die ursächliche Quelle unserer Handlungen ist, stellt sich das Konzept des freien Willens als paradox dar. Wenn menschliches Verhalten vorhersehbar und determiniert ist, könnte dies bedeuten, dass auch komplexe

menschliche Entscheidungen und Handlungen in der Theorie algorithmisch vorhersagbar sind (Libet, 2001). Erweitert man diesen Gedanken der programmierten Entscheidung, wirft das die Frage auf, ob sich eine Maschine in der Kommunikation als kreative Schöpferkraft überhaupt vom menschlichen Geist unterscheiden lässt.

Auf diese Hypothese stützen sich besonders die Grundannahmen moderner (Computer-)Wissenschaften. Sie konstatieren, dass sich alle Prozesse rationalisieren und über das Schema der Mathematik einordnen lassen. Hierbei fungieren Kunst und kreative Produktion als ausgezeichnete Paradigmen. Zumal Computer in der Lage sind, Simulationen zu erzeugen, die sich kaum von der Originalität humaner Akteure unterscheiden lassen (Mersch, 2019). Menschen beurteilen die Kreativität eines anderen Menschen anhand seiner Werke.

Insofern kann man behaupten, dass ein System kreativ ist, wenn dessen Werk von einem Menschen als kreativ eingeschätzt wurde. Dabei handelt es sich um Werke, bei denen System-

entwickler\*innen lediglich die Prinzipien des Schaffens in ihren Systemen modellieren, jedoch selbst nicht in der Lage wären, das Programm auszuführen und ein Werk von ähnlicher Qualität und Originalität zu vollbringen (Bibel, 2007, S. 4).

## Intelligenz

Ähnliche Gedanken verfolgte auch der Mathematiker Alan Turing, indem er seine Frage „Können Maschinen denken?“ in „Kann eine Maschine in einem Frage-Antwort-Spiel mit einem Menschen diesen darüber täuschen, dass sie kein Mensch ist?“ umformulierte. Turing führt uns damit zur allgemeinen Frage nach der Intelligenz, welche auch mit der Frage nach Kreativität von Maschinen einhergeht. Die Umformulierung des von Turing aufgestellten Satzes ist allgemein als Turing-Test bekannt. Demnach hat die Intelligenzforschung bei Maschinen dann ihr Ziel erreicht, wenn es ihr gelingt, Maschinen zu bauen, die dieses Spiel gewinnen und somit

den Test bestehen. Dies ist bereits in einigen Fällen möglich, wenn der Kommunikationsrahmen stark eingeschränkt wird. Wenn es um die Reproduktion menschlicher Fähigkeiten geht, ist jedoch eine solche Einschränkung entgegen der Grundintention, da es das gesamte Spektrum menschlicher Leistung, also alle möglichen Verhaltensweisen eines Menschen zu imitieren gilt (Sesink, 2012, S. 26).

Bei dem Begriff der Leistung setzt jedoch auch Kritik an. Radikale Ansätze im Bereich der Intelligenzforschung propagieren eine zukünftige postbiologische Welt, welche von denkenden Maschinen beherrscht wird. Der Mensch habe nicht die geeignete „Hardware“ und so müsse die menschliche Hülle eines Tages zurückgelassen werden. Hinter dieser zugespitzten Aussage steckt eine Ideologie abstrakter Leistung, welche sich nicht für den Menschen interessiert, der hinter der Leistung steckt, sondern lediglich dafür, ob er Leistung erbringt. Damit geht die Gefahr der Entmenschlichung von Intelligenz einher, welche die Leistungen von Computersystemen

zur Norm macht und dem menschlichen Geist „Defizite“ attestiert (Sesink, 2012, S. 25).

## Kreativität

*„Kreativität bildet kein erratisches Vermögen noch eine generative Maschine, sondern ein Prinzip der Freiheit, das den historischen Einschlüssen Aufschließungen und daher auch immer andere ‹Aufschlüsse› gewährt.“*

— Mersch, 2019, S. 74

Als Gegenentwurf steht die These, dass Kreativität insbesondere „Kunst machen“ nach wie vor als eine der grundlegenden humanen Eigenschaften gilt, durch die sich der Mensch von der Maschine unterscheidet. Um die Fragen nach der Kreativität beantworten zu können, ist es notwendig, den Kunst- und Kreativitätsbegriff als solchen zu betrachten. Denn viele Ansprüche an den Computer als schöpferischen Geist basieren laut Mersch (2019) auf einem Missverständnis des Kunstbegriffs an sich. Artificielle

Kreativität wird allgemein durch das Hervorbringen von „Neuem“ definiert. Jedoch bedarf es menschlichen Urteils, Begriffe des Neuen, der Überraschung oder des Interesses überhaupt festzulegen. Ob diese Urteilsbildung jemals von einem Computer übernommen werden kann, ist fraglich. Auch zahlreiche Ansätze, Kunst zu systematisieren, erfassen nicht im Ansatz die Dimension des Ästhetischen und blenden aus, dass Kunst in erster Linie die Fähigkeit bezeichnet, über eigenes Wissen nachzudenken und es kritisch zu hinterfragen. Sie ermöglicht es, alternative Perspektiven und neues Wissen zu eröffnen und trägt somit zur Aufschließung eines anderen Wissens bei. Daher bewirkt Kunst die Verwandlung und Verschiebung von Kunst selbst und ist eine kontinuierliche Transformation des Ästhetischen.

Computermodelle bleiben verhaftet in einem formal entscheidbaren Schöpfungsakt mittels Algorithmen, die durch Mustererkennung und Stilanalysen existierender Kunstwerke lernen und statistisch abgewandelt werden.

Auch automatische Erfindungen, die in einem

Programm durch Randomisierung simuliert werden, sind in der Realität nicht ziellos, sondern stets rückgebunden an ein Ganzes, das existenzielle wie kulturelle Bedingungen des Humanen und seiner Grenzen beinhaltet (Mersch, 2019).

Ein Merkmal des Menschen sind spezifische Begabung sowie innere Ziel- und Wertevorstellungen. Was der Mensch schafft, steht in Zusammenhang mit seiner eigenen Identität. Also seinen Erziehungs-, Lern- und Erfahrungsprozessen. Kreatives Schaffen zielt darauf ab, individuelle Erfahrungen nach außen sichtbar zu machen. Dabei spielen auch menschliche Sinnesfähigkeiten und Emotionen eine entscheidende Rolle. Haben Sender\*in und Empfänger\*in Übereinstimmungen im jeweils sozialen Kontext, scheint das Werk überzeugender zu wirken. Um also eine ähnliche Kommunikationssituation mit einem Computersystem zu erreichen, würde der Computer nach dieser Annahme eine eigene Identität besitzen müssen, ebenso wie einen multifunktionalen Sinnesapparat. Um menschliche Kreativität künstlich realisieren zu können,

müssen auch Mechanismen untersucht werden, die hinter Begriffen wie Persönlichkeitsidentität wirksam sind. Der menschliche Kognitionsapparat muss noch besser verstanden werden, um ein System zu entwickeln, das in der Lage ist, Kreativität wie ein Mensch zu kommunizieren. Das ist in der Theorie nicht auszuschließen, aber noch nicht vollends Teil des Kenntnisstandes der Menschen (Bibel, 2007, S. 4).

## Mythos

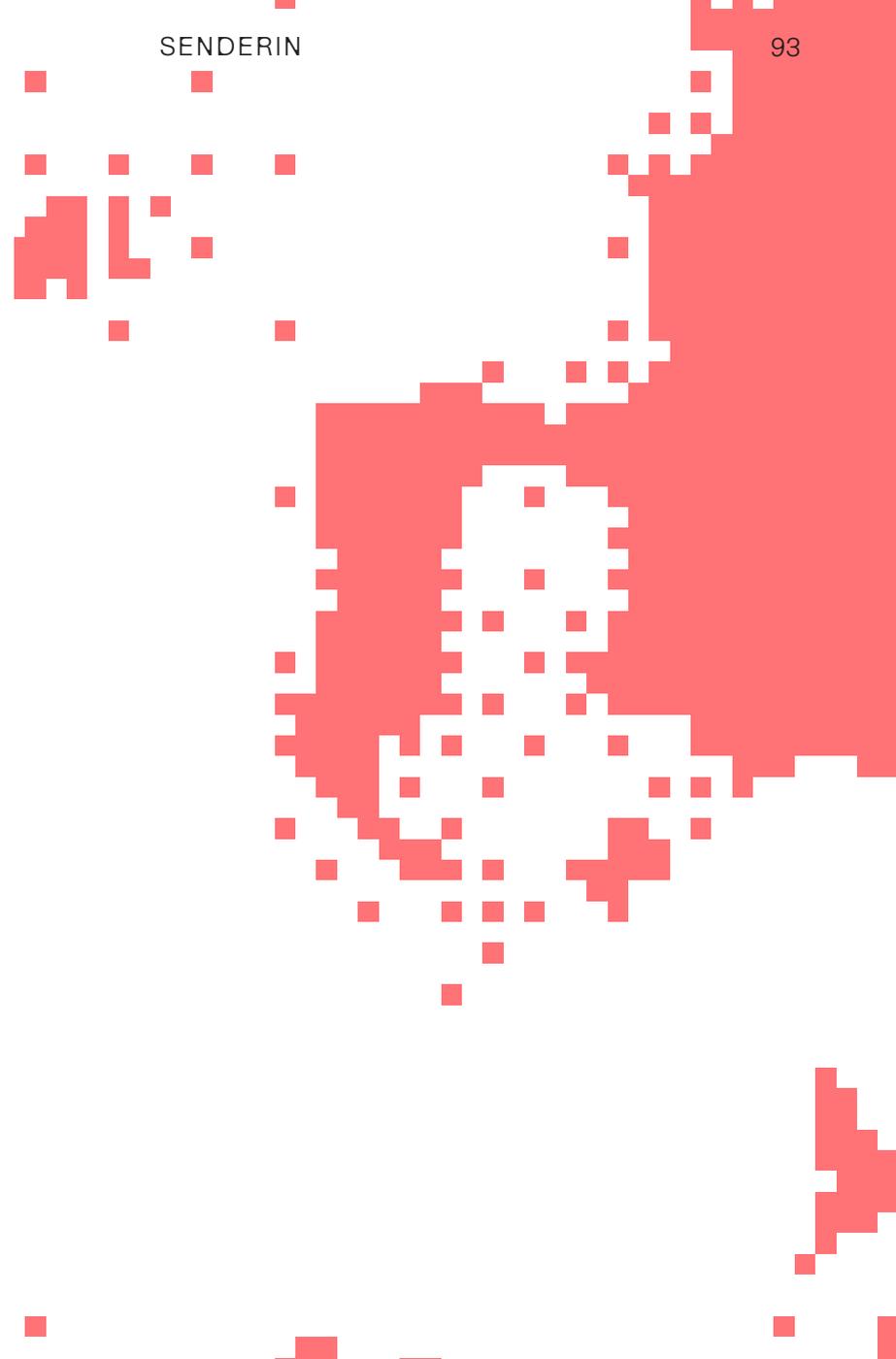
Im heutigen Zeitalter wird der Computer oft nicht nur als technisches Gerät betrachtet, sondern auch als Symbol für Fortschritt, Rationalität und Macht. Der Computer ist zu einem mythischen Objekt geworden, das in der Lage ist, komplexe soziale Prozesse zu regeln und zu kontrollieren. Diese Vorstellung beruht jedoch nicht unbedingt auf einer realen maschinellen Performance, sondern auf einer kulturellen Konstruktion, die den Computer als etwas Übernatürliches und Mächtiges darstellt. Dabei spielt besonders

die mathematische und technische Sprache eine Rolle in der Anfälligkeit zur Mythologisierung. In diesem Kontext wird oft der Begriff des Rationalitätsmythos verwendet. Ein Rationalitätsmythos bezieht sich auf die Vorstellung, dass Algorithmen und andere technologische Lösungen als universelle und objektive Antwort auf komplexe gesellschaftliche Probleme angesehen werden. Diese Vorstellung beruht auf der Annahme, dass Algorithmen aufgrund ihrer mathematischen Logik und ihrer Fähigkeit, große Datenmengen zu verarbeiten, objektive und unvoreingenommene Ergebnisse liefern können. Das Gegenteil ist jedoch oft der Fall (Keiner, 2020).

Selbst in einer Zeit, in der wir uns bewusst sind, dass Computer und Maschinen menschengemachte Konstruktionen sind, neigen wir oft dazu, ihnen mehr Bedeutung beizumessen, als ihnen tatsächlich zukommt. Dieses Phänomen beeinflusst auch, wie wir Maschinen in der Kommunikation wahrnehmen. Wir neigen dazu, Maschinen als übernatürliche Objekte zu mythologisieren. Darüber hinaus beeinflusst die Wahrnehmung der Maschine die ethischen und

sozialen Auswirkungen des Einsatzes von Technologie. Wenn wir Maschinen als rational und objektiv betrachten, neigen wir dazu, ihre Entscheidungen und Empfehlungen unkritisch zu akzeptieren, ohne die möglichen Vorurteile oder menschlichen Einflüsse in Betracht zu ziehen, die in diese Systeme eingebettet sein könnten (Keiner, 2020).

Unsere Wahrnehmung von Maschinen in der Kommunikation ist auch stark geprägt von der Mythologisierung der Technologie. Weitet man diese Überlegungen über das Feld generativer Computerkunst aus, kann diese Wahrnehmung sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Art und Weise haben, wie wir mit Technologie interagieren und wie wir deren Rolle in unserer Gesellschaft verstehen.



# 06 EPILLOG



## Fazit

Die theoretische Arbeit „Ästhetik als Programm – Wie kommuniziert generative Gestaltung?“ als Teil der gleichnamigen Ausstellung verfolgte den Zweck, Theorien und Gedanken vorzustellen, die sich mit dem Einsatz generativer Tools, der Algorithmisierung ästhetischer Zustände und der Begrifflichkeit der künstlichen Kreativität auseinandersetzen.

Dazu befasste sich die Arbeit mit der Thematik der Programme als Gestaltungsmethodik. Diese umfassen sowohl analoge als auch digitale Techniken, vereinen aber die Gemeinsamkeit des vordefinierten Regelsatzes, welcher das Ergebnis des Werkes maßgeblich beeinflusst. Im Kapitel Kommunikation wurden daraufhin Ansätze zur Kommunikation von Kunst auf Basis von Zeichen dargelegt und in ihre Einzelteile zerlegt. Dabei wurde die generative, auf einem Computerprogramm basierende Kunst aufgrund ihrer Zeichenhaftigkeit als Sonderfall identifiziert. Im nächsten Abschnitt wurde die Seite der Be-

trachtenden eingenommen, um die Bildebene generativer Werke zu untersuchen, deren visueller Ausdruck durch algorithmische Strukturen limitiert ist. Dabei wurde auch ein Augenmerk auf die Funktionsweise ästhetischer Wahrnehmung gelegt. Im Zuge dessen wurde die Frage nach der Algorithmisierung ästhetische Zustände gestellt, welche von Disziplinen wie der Informationsästhetik untersucht wurde und in ihrem Vorhaben an ihrer Rationalität im Zusammenhang mit menschlicher Wahrnehmung scheiterte. Zuletzt wurde diskutiert, inwiefern der Maschine im Prozess des programmatischen Gestaltens schöpferische Kraft und die Fähigkeit zum Hervorbringen ästhetischer Kreation zugeschrieben wird.

Mit neuen Technologien und der Erhöhung der Komplexität algorithmischer Beschreibung steigt auch die Komplexität im Kommunikationsprozess und lässt Grenzen der menschlichen und künstlichen Kreativität verschwimmen. Wichtige Punkte waren hierzu das Argument des freien Willens, die Definition von Intelligenz

als Leistung und die Fähigkeit der Kreativität als Alleinstellungsmerkmal des Menschen. Außerdem wurde aufgezeigt, weshalb der Computer als Rationalitätsmythos die Wahrnehmung generativer Werke beeinflusst.

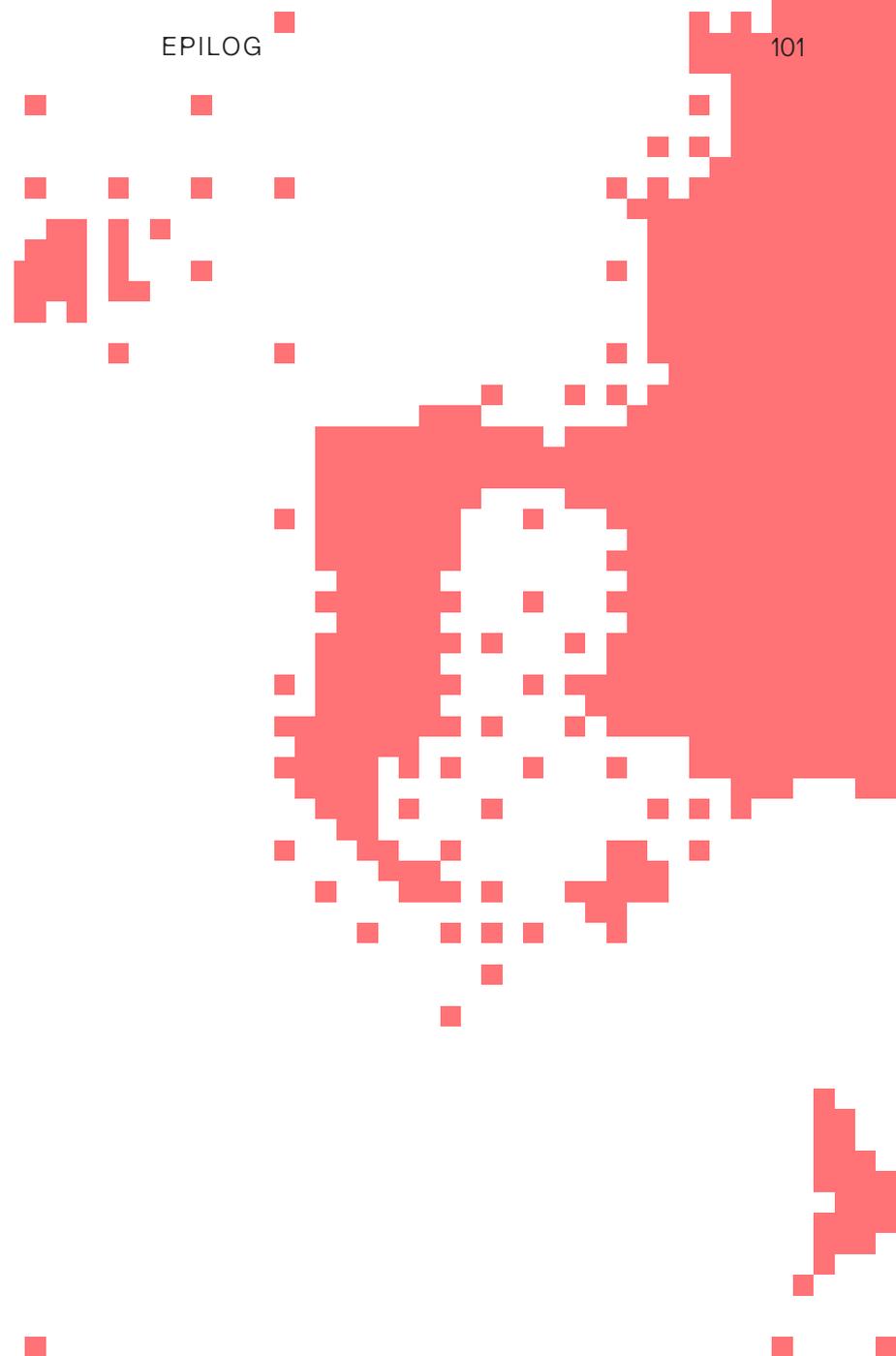
## Ausblick

*„There should be no computer art“* — provoziert der Titel eines 1971 erschienenen Textes des Informatikers und Computerkünstlers Frieder Nake (1971). Nake argumentiert, dass der Computer ungeeignet ist, um Kunst zu schaffen. Stattdessen schlägt er vor, Aspekte der ästhetischen Definition im Zusammenhang mit Programmen genauer zu untersuchen. Dieser Ansatz, so argumentiert er, kann nicht nur in der Kunst, sondern auch in Bereichen wie Bildung, Propaganda, Arbeitsumgebungen und Lebensumfeldern Anwendung finden.

Nake erkennt den Computer als ein bedeutendes morphologisches Werkzeug des Menschen an,

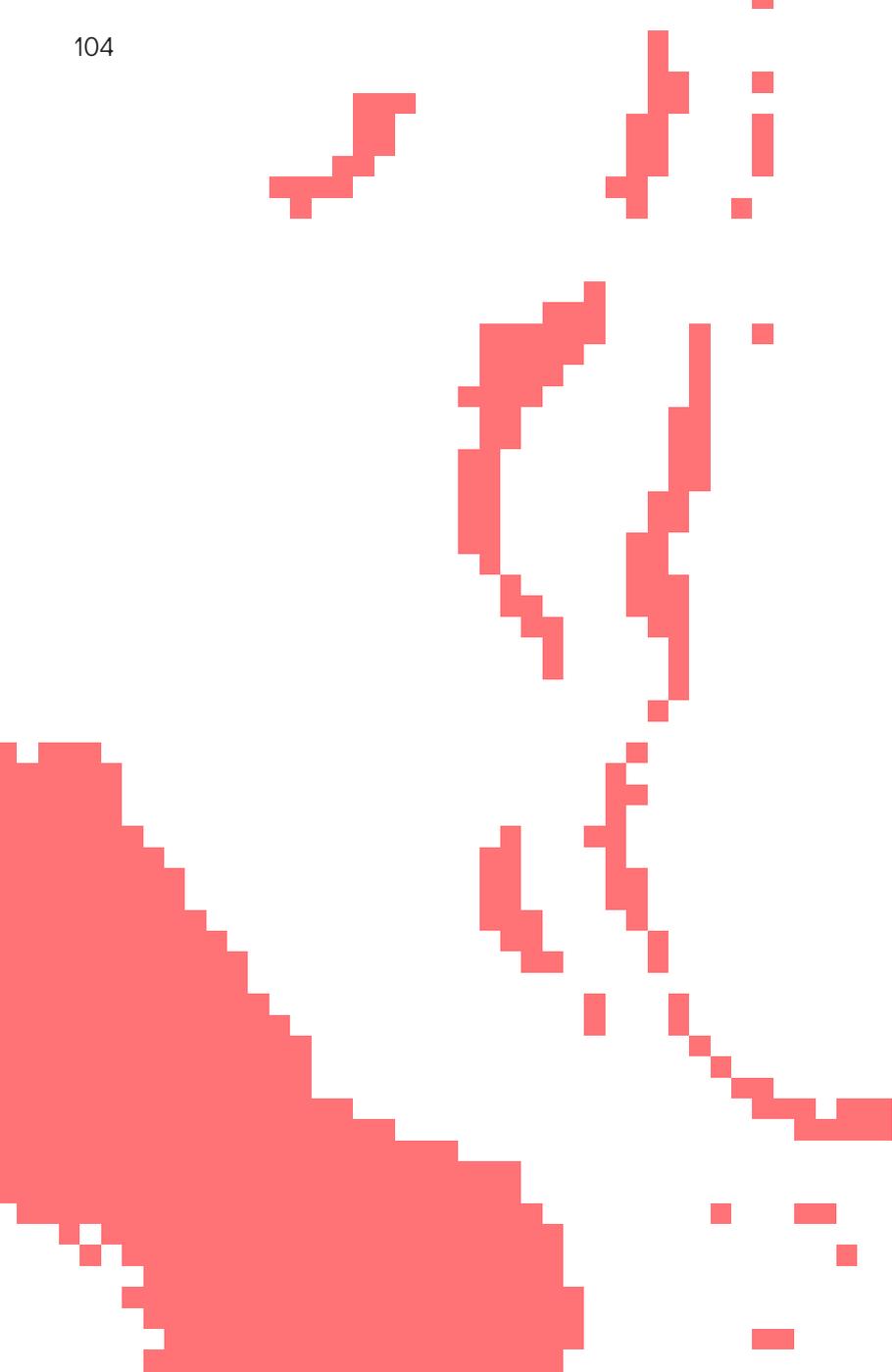
das gleichzeitig die Rolle eines Mediums einnehmen kann.

Computer sind keine neutralen Instanzen, obwohl das oft so suggeriert wird. Besonders in Zeiten, in denen große Tech-Konzerne algorithmische Systeme steuern, die das tägliche Leben beeinflussen, ist es wichtig, Fragen zu stellen: Nach den Interessen und Vorstellungen derer, die hinter den Maschinen stehen und deren Programme entwerfen. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Kunst, sondern nahezu jeden Bereich des öffentlichen, digitalisierten Lebens. Die Daten mit denen Maschinen trainiert werden, um autonome Entscheidungen zu treffen sind niemals neutral und reproduzieren immer die Wertevorstellungen jener, die sie auswählen. Dies ist ein wichtiger Punkt, den es zu bedenken und aktiv mitzugestalten gilt, wenn es um eine faire, gleichberechtigte, inklusive Zukunft in einem digitalen Zeitalter geht (Helmig, 2023).



# 07 PROJEKTSKIZZE





Als Projektarbeit entsteht zusätzlich zur theoretischen Ausarbeitung eine Ausstellung, die sich mit der Thematik der Programme und der Kommunikation generativer Gestaltung befasst. Die Ausstellung soll analoge sowie digitale Programme abbilden und auch Elemente der Interaktivität beinhalten. Informationstexte und Einblicke in „das Programm“ sollen den Besucher\*innen Denkanstöße über den Einsatz generativer Tools, die Algorithmisierung ästhetischer Zustände und künstliche Kreativität geben. An verschiedenen Stationen werden den Besucher\*innen Fragen gestellt und Informationen vermittelt. Außerdem soll die theoretische Arbeit als Publikation im Rahmen der Ausstellung ausliegen.

Die Publikation wird eigens gestaltet, gedruckt und selbst gebunden. Die Produktion ist ebenfalls ein Teil der praktischen Arbeit.

## Konzept

*Thema und Zielsetzung* — Die Ausstellung „Ästhetik als Programm“ als Teilprojekt der Masterthesis soll die Gedanken, die in der Publikation gebündelt werden, greifbar machen. Die Besuchenden sollen partizipativ teilnehmen, wirken lassen, lernen und nachdenken. Alle Elemente werden generativ oder mit generativen Elementen gestaltet.

*Relevanz und Motivation* — Im Zeitalter generativer Techniken kann die Ausstellung nicht nur im Bereich Kunst und Gestaltung Anstöße liefern, sondern auch allgemeine Überlegungen in Bezug auf die Mensch-Maschine-Beziehung eröffnen.

*Zielgruppe* — Dabei ist die Zielgruppe breitgefächert und kann für alle Menschen interessant sein, die mit und am Computer gestalten, sowie sich für Technologie, Kunst, Informatik, Kommunikation, Medien, Anthropologie und Philosophie interessieren.

*Inhalte und Botschaften* — Die Ausstellung wird aus mehreren Elementen bestehen:

- (1) Die Publikation „Ästhetik als Programm – Wie kommuniziert generative Gestaltung?“ soll ausliegen und ein tieferes Einlesen in die Thematik ermöglichen.
- (2) Kurze Informationstexte an den einzelnen „Stationen“ der Ausstellung sollen die Besuchenden anleiten, chronologisch durch die Ausstellung führen und Denkanstöße geben zur Auseinandersetzung mit dem Thema Programmatik, Ästhetik und Gestaltung.
- (3) Ein generatives, audio-reaktives, digitales Poster soll plakativ Inhalte aus der Publikation wiedergeben, um Gestaltung und Inhalt der Thematik miteinander zu verbinden und zu reflektieren. Diese Station ist der Mittelpunkt der Ausstellung.
- (4) Eine weitere Station bildet ein analoges Programm in Form einer Handlungsanweisung,

welche Partizipation erfordert. Die Partizipierenden sollen sich den Anweisungen des Programmes unterwerfen und dieses ausführen. Das ausgeführte Programm steht für sich als ein gestaltetes Werk in der Ausstellung und soll aufzeigen, inwieweit ein Programm einen Handlungsspielraum zulässt, sich jedoch immer in den Grenzen der vorgegebenen Regeln bewegt. Die Besuchenden sollen in die Rolle des Computers schlüpfen und ein vorgegebenes Programm ausführen.

(5) Die nächste Station stellt ein generatives Pattern/Muster dar, welches im Postkartenformat die Ausführung eines Programmes in unterschiedlichen Varianten aufzeigt. Die Karten sollen gedruckt und nebeneinander aufgehängt werden. Hierbei soll Varianz Thema sein und die Vielfältigkeit der Erforschung eines Möglichkeitsfeldes durch ein digitales Programm darlegen.

(6) Ein Film bestehend aus Fragmenten eigener visueller Experimente mit generativen Gestal-

tungstools, die zur Untersuchung des Themas geführt haben, beziehungsweise während des Prozesses entstanden sind. Die Betrachtung dieser Fragmente mit begleitenden Informationstexten soll Gedanken über maschinelle Kommunikation, Ästhetik und Regeln in der programmierten Gestaltung anregen.

*Ausstellungsdesign* — Siehe Skizze des Ausstellungsdesigns mit Anordnung der Exponate und Legende zum Verständnis (Abb. 6).

*Interaktive Elemente* — Das analoge Programm ist ein interaktives Exponat und lädt ein zu Engagement. Die Besuchenden sollen selbst in die Rolle der ausführenden Instanz des Computers schlüpfen und reflektieren, welche Entscheidungsmöglichkeiten sie im Gestaltungsprozess besitzen und welchen Regeln sie unterworfen sind.

*Vermittlungskonzept* — Die Ausstellung versucht keine eindeutige Botschaft zu übermitteln, sondern soll anhand der Texte zum Nachdenken

- 1 Publikation
- 2 Infotexte und Programme
- 3 Projiziertes, generatives Plakat (audioreaktiv mit Sound)
- 4 Analoges Programm „to execute“
- 5 Varianz im Postkartenformat
- 6 Generative Fragmente

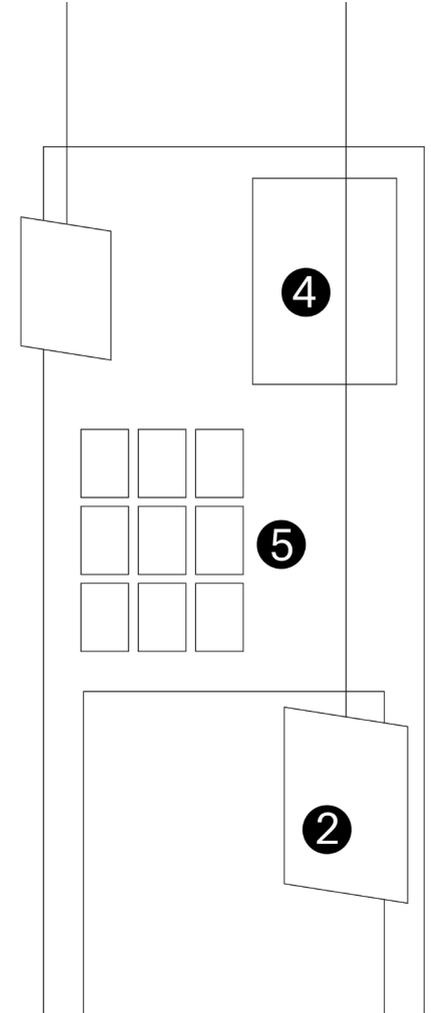
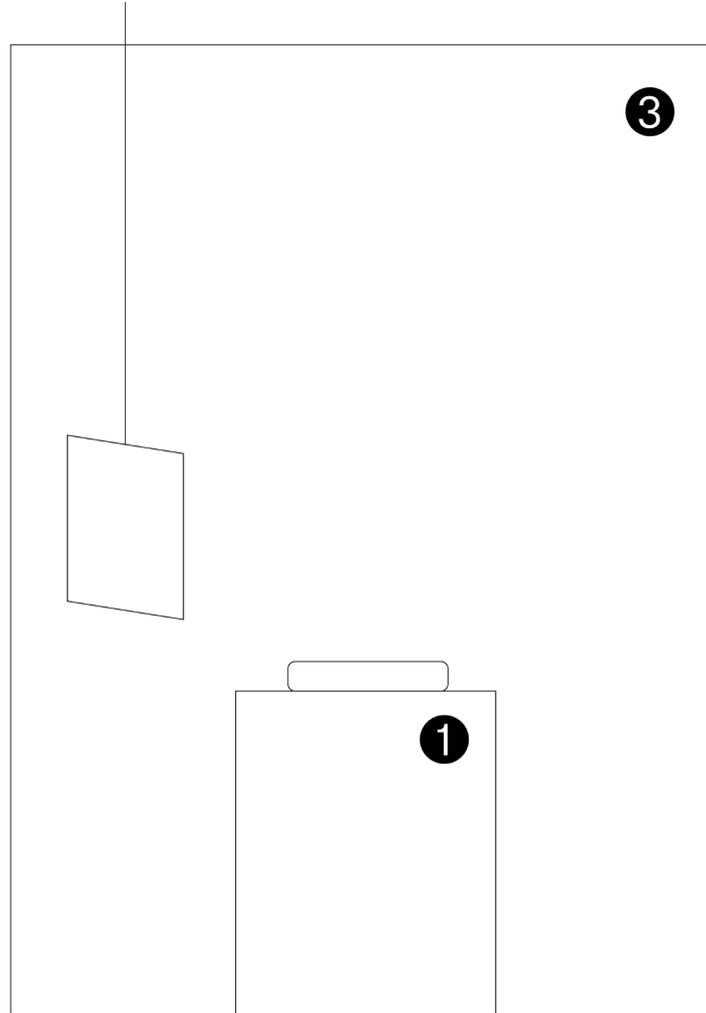
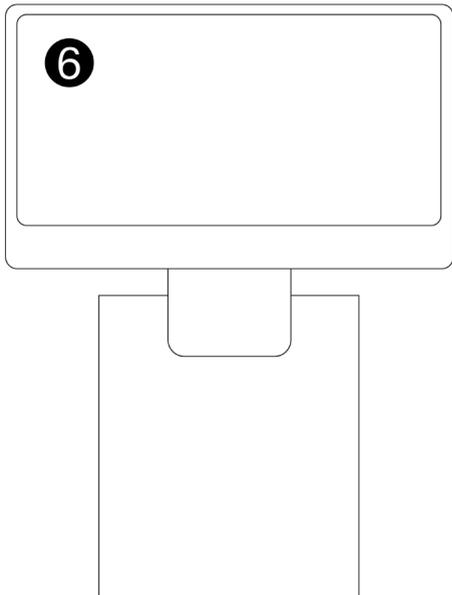
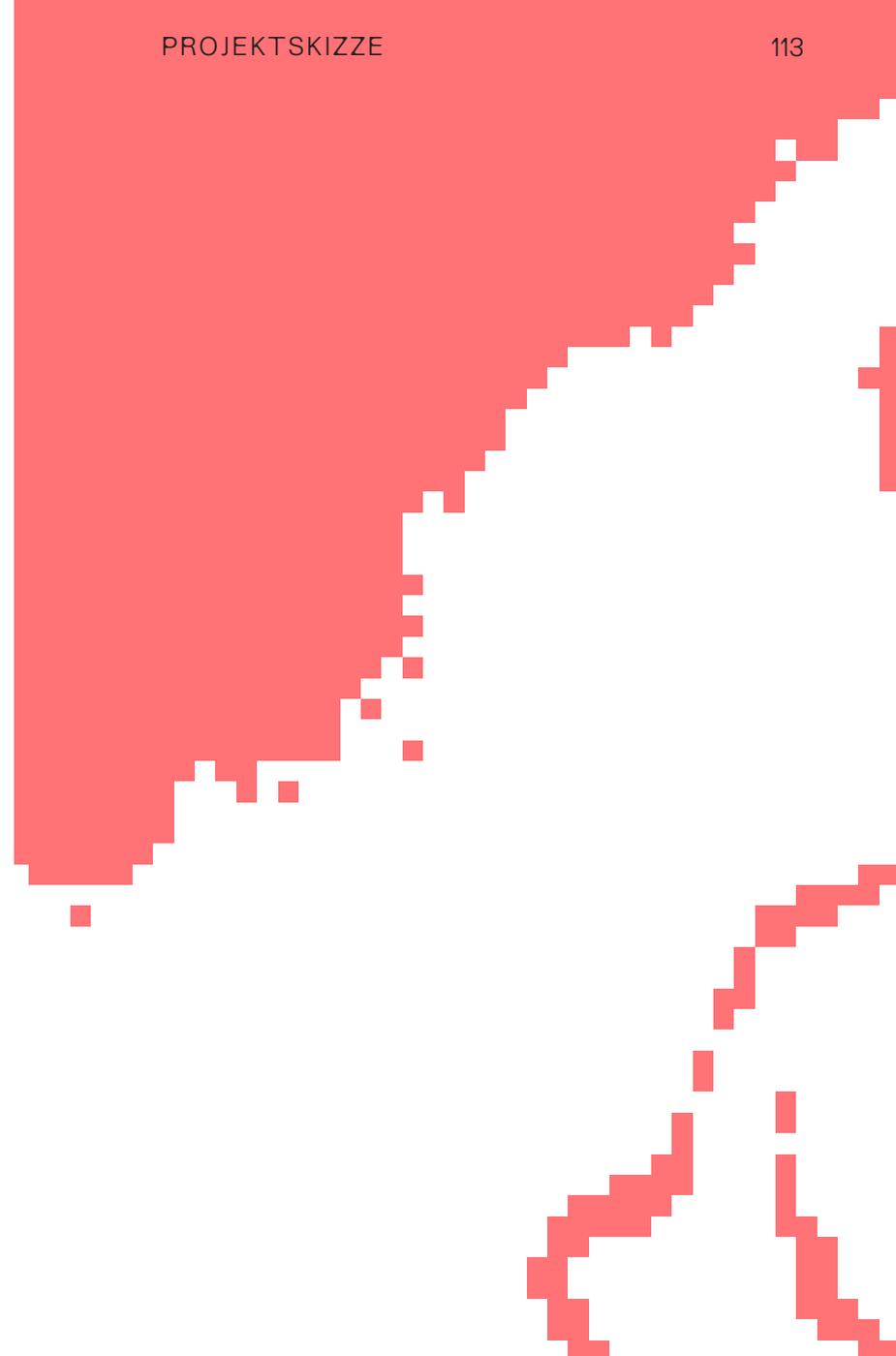


Abb. 6 – Ausstellungskonzept

anregen, wie man die Maschine benutzt, um zu gestalten und wie die Maschine mitgestaltet, wenn man sie zur Gestaltung benutzt.

*Budget und Ressourcen* — Für die Ausstellung wird eine große Fläche (Wand oder Stoff) benötigt, die von einem Projektor bespielt wird. Lautsprecher werden die Musik, welche einzelne Parameter des generativen Posters ansteuert, im Raum hörbar machen. Dafür wird ein Computer (Bildschirm) auf einem Tisch neben der Projektionsfläche platziert. Die Publikation liegt davor auf einem Sockel.

Für die technische Ausstattung bedarf es eines Bildschirms, eines Projektors sowie eines Lautsprechers. Die Kosten sollen so gering wie möglich gehalten werden. Für die technische Ausstattung soll auf die Ausleihe der HAW zurückgegriffen werden.



# 08 QUELLENVERZEICHNIS



## Literaturverzeichnis

- Arnheim, R. (1965). *Art and Visual Perception*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Bense, M. (1965). *AESTHETICA – Einführung in die neue Aesthetik*. Baden-Baden: Agis-Verlag.
- Bibel, W. (2007). Künstliche Kreativität. Von <http://rgdoi.net/10.13140/2.1.2534.5927> abgerufen am 14.09.2023
- Blieske, P. (2018). *Zelluläre Automaten*. ETH Zürich. Von [www.ethz.ch](http://www.ethz.ch): [https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/math-ausbildung-dam/images/maturaarbeiten/Maturaarbeiten\\_2018/blieske-automaten.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/math-ausbildung-dam/images/maturaarbeiten/Maturaarbeiten_2018/blieske-automaten.pdf) abgerufen am 11.08.2023
- Bogen, S. (2000). *Kunstwissenschaft. Einführung in die Bildsemiotik*. Universität Konstanz.: <https://bit.ly/49lpIMP> abgerufen am 23.10.2023

- Brandstätter, U. (2013). *Ästhetische Erfahrung*. Kulturelle Bildung Online: <https://www.kubi-online.de/artikel/aesthetische-erfahrung> abgerufen am 05.10.2023
- datasolut. (20. Juni 2022). *Künstliche Intelligenz*. Datasolut: <https://bit.ly/40oQMRC> abgerufen am 04.08.2023
- Distelmeyer, J., Ehrmanntraut, S., & Müller, B. (2021). *Algorithmen & Zeichen: Beiträge von Frieder Nake zur Gegenwart des Computers*. Berlin: Kulturverlag Kadmos.
- Dreher, T. (2012). *Geschichte der Computerkunst*. IASL Online: <http://iasl.uni-muenchen.de/links/GCA-III.2.html> abgerufen am 16.08.2023
- DWDS (2023): [www.dwds.de](http://www.dwds.de). *DWDS – Digi- tales Wörterbuch der deutschen Sprache*: <https://dwds.de/wb/generativ> abgerufen am 23.10.2023
- Götz, K. O. (1983). *Density 10 : 3 : 2 : 1*. ko-goetz.de: <https://ko-goetz.de/leinwaende/density-10-3-2-1/> abgerufen am 10.10.2023
- Gerstner, K. (1964). *Programme entwerfen*. Zürich: Verlag Arthur Niggli AG Teufen.
- Grabowski, S. (2006). *ZeichenRaum – Digitale*

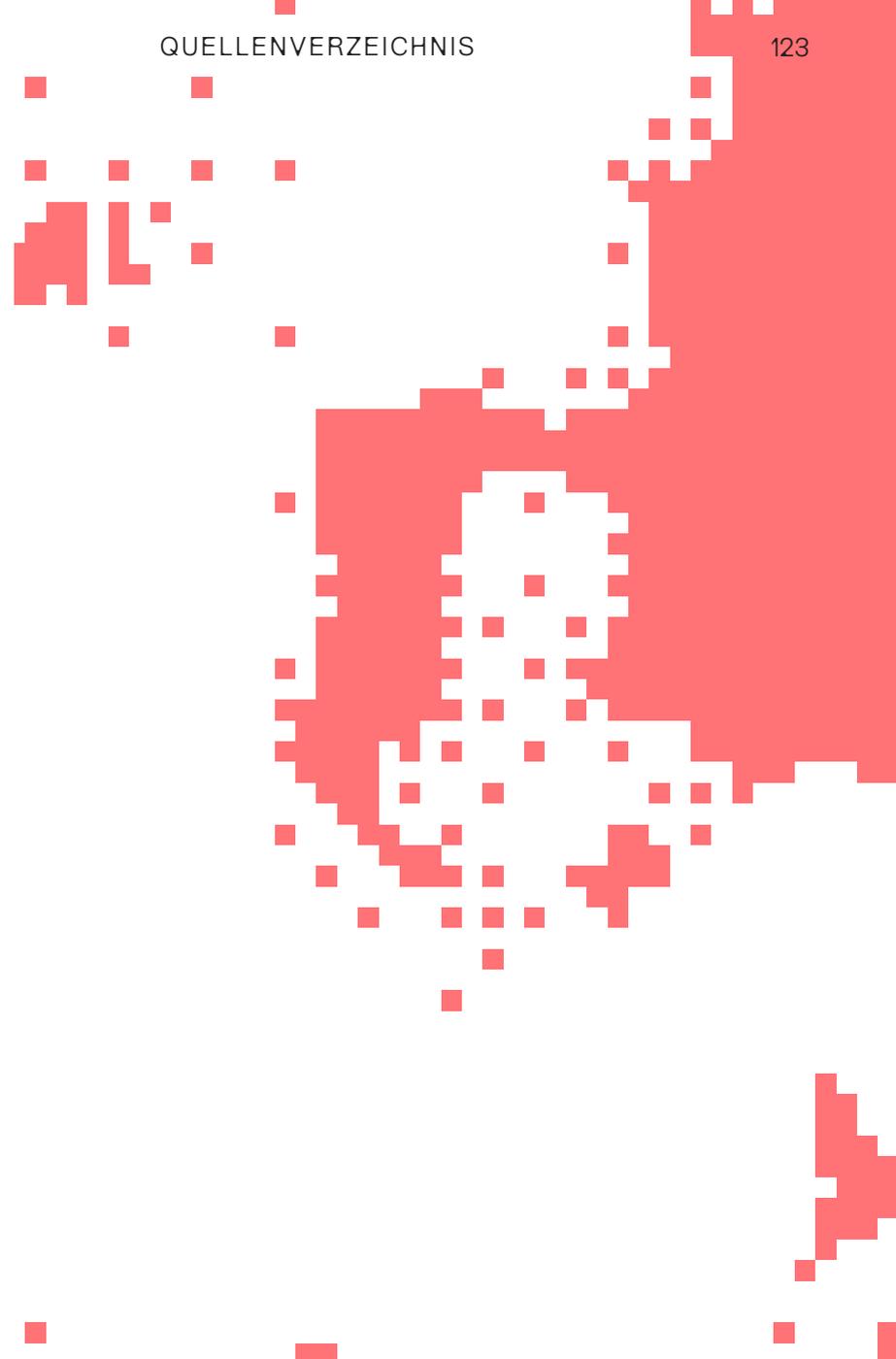
- Medien in Studiumgebungen am Beispiel der Computerkunst*. Universität Bremen.
- Grumbach, D. (2016). *Wenn Mensch und Maschine verschmelzen*. Deutschlandfunk: <https://bit.ly/3tWhK70> abgerufen am 01.11.2023
- Helmig, C. (2023). *Ist KI zu smart geworden?* Fluter Magazin: <https://www.fluter.de/kuenstliche-intelligenz-erklart-interview-helmig> abgerufen am 08.11.2023
- Keiner, A. (2020). *Algorithmisierung und Autonomie im Diskurs. Algorithmen als Rationalitätsmythos*. Hagen: FernUniversität Hagen.
- Laub, J., Groß, B., Lazzeroni, C., & Bohnacker, H. (2018). *Generative Gestaltung*. Hartmut Schmid Verlag.
- Laurel, B. (1993). *Computers as theatre*. Addison-Wesley Longman Publishing Co. Bosten, USA.
- Libet, B. (2001). *Do We Have Free Will?* Journal of Consciousness Studies: <https://spot.colorado.edu/~tooley/Benjamin%20Libet.pdf> abgerufen am 14.09.2023
- Medien Kunst Netz (2023). *Cybernetic Serendipity*: <http://www.medienkunstnetz.de/ausstellungen/serendipity> abgerufen am 14.09.2023

- Mersch, D. (Februar 2019). *Kreativität und Künstliche Intelligenz. Einige Bemerkungen zu einer Kritik algorithmischer Rationalität*. Zeitschrift für Medienwissenschaft. Jg. 11, Heft 21: Künstliche Intelligenzen.
- Moles, A. A. (1973). *Kunst & Computer*. Köln: M. DuMont Schauberg.
- Molnar, V. (1990). *Lignes, Formes, Couleurs*, Kat. Ausst. Vasarely Múzeum. Budapest.
- Nake, F. (1971). *There should be no Computer Art*. Bulletin of the Computer Arts Society, 18-19.
- Oswald, D. (2015). *Max Bense und die Informationsästhetik*. In D. Oswald, C. Wachsmann, & P. Kellner, Rückblicke. Die Abteilung Information an der HfG Ulm (S. 116-122). Lemgo: Dorothea Rohn Verlag.
- Pfeiffer, G. (1972). *Kunst und Kommunikation. Grundlegung einer kybernetischen Ästhetik*. Köln: DuMont Schauberg.
- Poschauko, M., & Poschauko, T. (2010). *Nea Maschina – Die Kreativmaschine*. Verlag Hermann Schmidt.
- Riedel, J., & Ihmels, T. (Juni 2023). *Die Methodik der generativen Kunst*. Medien Kunst Netz:

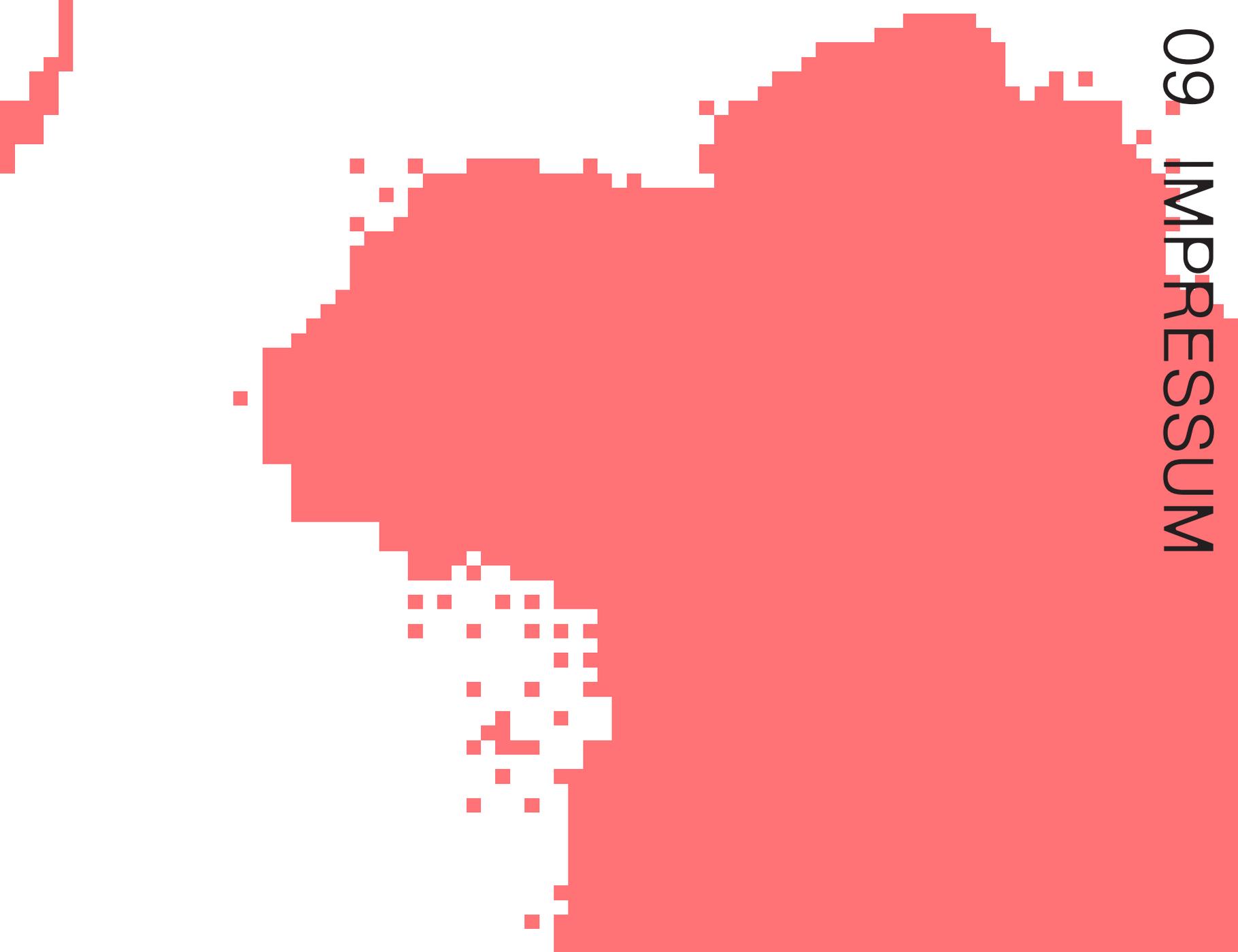
- <https://bit.ly/45Weczb> abgerufen 10.08.2023
- Sesink, W. (2012). *Menschliche und künstliche Intelligenz. Der kleine Unterschied*. Reedition. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.
- Weiss, M. (Juni 2023). *Was ist Computerkunst? Ein Antwortversuch und Beispiele zur Auslegung*. Medien Kunst Netz: <https://bit.ly/3Qrs26X> abgerufen am 26.09.2023
- Werner, L. (2018). *Kybernetische[s] Zeich[n]en. Eine vereinheitlichende Sprache von Pasks Kybernetik und der Computerkunst in Deutschland*. diségno, vol. 1, no. 3, S. 109-118.
- Wigmore, I. (2021). *Black Box KI*. ComputerWeekly.de: <https://www.computerweekly.com/de/definition/Black-Box-KI> abgerufen am 18.09.2023
- Wikipedia. (2023). *Mandelbrot-Menge*. Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Mandelbrot-Menge> abgerufen am 14.10.2023

# Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1* – S. 33      Density 10:3:2:1 (Götz, 1983)
- Abb. 2* – S. 36      Michael Noll: Pattern Three  
(Dreher, 2012)
- Abb. 3* – S. 37      Michael Noll Pattern Four,  
1962 (Dreher, 2012)
- Abb. 4* – S. 38      Überlebensregel "Game  
of Life": Eigene Abbildung  
nach (Blieske, 2018)
- Abb. 5* – S. 51      Ästhetische Variationen  
ein und desselben typographischen Zeichens  
ohne Modifizierung seines  
semantischen Wertes als  
„Buchstabe A“: Eigene Ab-  
bildung nach (Moles, 1973,  
S. 29)
- Abb. 6* – S. 110      Ausstellungskonzept (eigene  
Abbildung)



# 09. IMPRESSUM



## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.



Hamburg, 27.11.2023

*Autorin + Gestalterin*

Anna Roidl, 2023

*Typefaces*

Atlas Grotesk

(Susana Carvalho, Kai Bernau, Christian  
Schwartz, Ilya Ruderman, Irene Vlachou)

New Egde — Light Rounded

(Charlotte Rohde)

*Druck*

Risofort Hamburg

Büro Klass

*Tools*

Adobe Indesign

Adobe Illustrator

TouchDesigner

p5.js

