

# Zeichenmaschinen

Potentiale im Spannungsverhältnis von Mensch, Kunst  
und Technologie

## DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades "Mag. art" (Magister artium)

in den Studienrichtungen

Lehramt Technisches Werken und Lehramt Informatik

eingereicht an der Universität für Angewandte Kunst Wien  
am Institut für Kunstwissenschaften, Kunstpädagogik und  
Kunstvermittlung

bei UNIV.-PROF. MAG. PHIL. EVA MARIA STADLER

vorgelegt von KLEMENS FRICK, MSc. BSc.

Wien, im Juni 2015

© Copyright 2015 Klemens Frick

Diese Arbeit wird unter den Bedingungen der *Creative Commons Lizenz Namensnennung–NichtKommerziell–KeineBearbeitung Österreich* (CC BY-NC-ND) veröffentlicht – siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>.



# Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst, keine andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,

dass diese Diplomarbeit weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin / einem Beurteiler zur Beurteilung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt wurde,

dass dieses Exemplar mit der beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, am 12. Juni 2015

Klemens Frick

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	iii
Kurzfassung	vi
Abstract	vii
Danksagung	viii
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Automat, Roboter und Maschine</b>	<b>3</b>
2.1 Die Maschine . . . . .	3
2.2 Der Automat . . . . .	5
2.3 Der Roboter . . . . .	9
2.4 Zusammenfassung . . . . .	13
<b>3 Die Maschine in der bildenden Kunst</b>	<b>14</b>
3.1 Mensch und Maschine als Kunstproduzent_innen? . . . . .	14
3.2 Das Verhältnis von Künstler_innen zur Maschine . . . . .	16
3.3 Bedingungen für die Legitimation der Maschine in der Kunst	25
3.4 Zusammenfassung . . . . .	29
<b>4 Die zeichnende Maschine</b>	<b>31</b>
4.1 Die Zeichnung . . . . .	31
4.2 Definition und Begriffsabgrenzung . . . . .	33
4.3 Jean Tinguely, Kinetik und Interaktion . . . . .	35
4.3.1 Maschine . . . . .	39
4.3.2 Bewegung und Interaktion . . . . .	42
4.3.3 Zeichnung und Zeichnen . . . . .	44
4.4 Stiftplotter, <i>Wall Drawings</i> , die Instruktion und der Zufall . .	48
4.4.1 Sol LeWitts <i>Wall Drawings</i> . . . . .	48
4.4.2 Plotterzeichnungen von Georg Nees und Frieder Nake	53
4.4.3 Echter vs. Berechneter Zufall . . . . .	56
4.5 Angela Bullochs <i>Drawing Machines</i> und die Interaktion . . .	62

4.6	Patrick Tressets <i>Paul</i> und <i>computational creativity</i> . . . . .	69
4.6.1	Patrick Tressets <i>robots named Paul</i> . . . . .	69
4.6.2	Alan M. Turing und die Berechnung des Unberechenbaren . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkung</b>	<b>76</b>
	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>78</b>
	Literatur . . . . .	78
	Filme und audiovisuelle Medien . . . . .	83
	Online-Quellen . . . . .	83

# Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, ausgewählte künstlerische Positionen des 20. und 21. Jahrhunderts zu untersuchen, welche mit mechanischen, zeichnenden Maschinen gearbeitet haben. Vor dem Hintergrund der dabei allgegenwärtigen Mensch-Maschine-Kunst-Trias werden Potentiale dieser Apparate, welche sich in Produktion, Präsentation und ästhetischer Wahrnehmung von Kunst manifestieren, erfasst. Aufgrund deren multidisziplinärem Charakter werden in dieser Arbeit sowohl technische als auch künstlerische Aspekte eingehend besprochen. Konstruktion und Funktionsweise der Geräte kommen ebenso zur Sprache wie Fragen zum Werk- und Autor\_innenbegriff. Eine Einbettung in deren Entstehungsumfeld wird durch die geschichtliche Zusammenführung von technologischen Weiterentwicklungen mit Veränderungen in der Kunstwahrnehmung gemacht. Anhand von vier Beispielen, beginnend bei *Jean Tinguely* in den 50er-Jahren, erster Verwendung von computergesteuerten Stiftplottern durch *Frieder Nake* und *Georg Nees* in den 60er-Jahren, *Angela Bulloch* Anfang der 90er und schließlich dem zeitgenössischen Künstler *Patrick Tresset* wird die Beziehung von Mensch und Maschine in der Kunst im Spannungsverhältnis von Überantwortung, Interaktion, Erweiterung und Angleichung erfasst.

# Abstract

The objective of this thesis is to examine selected artists of the 20th and 21st century who used mechanical drawing machines as their main means of artistic expression. In this context, the thesis assesses the potential of these devices to change the production, presentation and aesthetic perception of art against the background of the ubiquitous human-machine-art-triad. Both the artists' approaches to these multidisciplinary machines and the technical and artistic aspects of the respective devices have been taken into account, which is why constructional and operational details of the machines as well as questions about what determines the role of an artist and a work of art are additional subjects of consideration. The emergence of these mechanical drawing devices is discussed in the light of the changes that occurred in the fields of art and technology over the course of the last century. The analysis focuses on the relationship between man and machine in art at the crossroads of delegation, interaction, expansion and assimilation by examining the following artists: *Jean Tinguely* in the 1950s, *Frieder Nake* and *Georg Nees* as pioneers of computer-controlled plotter drawings, *Angela Bulloch* in the early 1990s, as well as the contemporary artist *Patrick Tresselt*.

# Danksagung

Zuerst möchte ich Eva Maria Stadler für ihre Unterstützung bei der Umsetzung dieser Arbeit danken. Unsere fruchtbaren Gespräche halfen mir immer wieder aufs Neue, meine Gedanken kritisch zu hinterfragen. Für die freundschaftliche Begleitung in diesem Prozess möchte ich besonders Georg Wolf danken, mit dem ich viele Stunden in *Mordor* verbringen durfte. Barbara Graf gebührt großer Dank für die wertvollen und konstruktiven künstlerischen Diskussionen. Für ihren moralischen Beistand und die kontinuierliche Motivation aus der Ferne möchte ich Rebecca Sparr danken. Verena Giesinger wiederum verdanke ich viele erfrischende Stunden während dieser fordernden Zeit.

Mein aufrichtiger Dank gilt meinen Eltern Christine und Michael sowie meinen Großeltern Walter, Elisabeth, Rosa-Maria und Martin für ihre immerwährende Unterstützung während meiner gesamten Studienzeit.

# Kapitel 1

## Einleitung

Bewundert vom Vernissage-Publikum fährt ein Schuhschachtel-großer Roboter durch einen Wiener Ausstellungsraum. Ein auf seiner Rückseite befestigter Kreidestift hinterlässt eine dicke weiße Spur auf dem schwarzen Terrazzoboden, etliche spitzwinkelige Figuren, deren gesamter Verlauf mehr als nur vom Zufall geprägt zu sein scheint. Die Bildprojektion an der Galeriewand lässt sich nach kurzer Beobachtung mit dem an der fahrenden Apparatur befestigten Smartphone in Verbindung bringen. Der anwesende australische Künstler Josh Harle erklärt, dass es sich bei seiner Arbeit *Making Sense* um *mappings*, dem Aufbau einer räumlichen Kartografie, dreht. Die am Boden gefertigte Skizze wird vom Roboter anhand der einzelnen Fotos mittels Erkennungssoftware zu einem Gesamtbild zusammengesetzt und durch einen Beamer an die Wand projiziert. Vordergründig die kritische Erforschung digitaler Analyse- und Repräsentationsformen, schafft es die Multidimensionalität seiner Arbeit, auf weit mehr hinzuweisen. Neben der Performance seines Roboters ist es auch der Prozess des Zeichnens durch eine Maschine, welcher das Interesse weckt. Die Zeichnung seines Roboters erinnert nicht nur visuell, sondern auch in der Art der Ausführung an die *Wall Drawings #122* von Sol LeWitt. Sie sind beide bestimmt von der Delegation eines zeichnerischen Prozesses und bei beiden findet die Ausführung am Ort der Präsentation – im Gegensatz zu der in einem Künstler\_innenatelier – statt. Mit seiner verspielten, hilflos wirkenden Maschine stellt Harle beabsichtigt oder unbeabsichtigt Fragen nach dem eigentlichen Kunstwerk, seiner eigenen Rolle und der des Roboters in der Produktion sowie der Unberechenbarkeit der Ausführung.

Die zeichnende Maschine ist als Teil einer gegenwärtigen, besonders digital-algorithmischen, Kunstproduktion angekommen. Eine Vielzahl von Künstler\_innen, wie Josh Harle, Joseph L. Griffiths, Eske Rex, Sonic Development, Patrick Tresset, Stefan Tiefengraber oder Ted Lawson, wenden sich der zeichnenden Maschine mit teils sehr unterschiedlichen Intentionen zu, wobei diese keine aktuelle Erfindung ist. Schon im 18. Jahrhundert baute



**Abbildung 1.1:** Ausstellungsansicht mit Roboter und Bodenzeichnungen (Harle 2015).

der Schweizer Uhrmacher Pierre Jaquet-Droz eine vollautomatische Zeichn-  
puppe, die vier unterschiedliche Motive zeichnen konnte.

Nichtsdestotrotz scheint das Verhältnis von Zeichnen und Maschine auf  
den ersten Blick kaum gegensätzlicher zu sein: Die Maschine als industri-  
elles Werkzeug, spezialisiert auf die präzise und schnelle Ausführung von  
wiederholbaren Teilaufgaben im Gegensatz zum Zeichnen als individueller  
Ausdruck des Menschen.

Diese Arbeit hat nun die Erforschung von künstlerischen Positionen, die  
sich der Zeichenmaschine seit Beginn des 20. Jahrhunderts verschrieben ha-  
ben, zum Thema. Auf das Potential von zeichnenden Apparaten zur Reflexi-  
on der Korrelation zwischen Kunst, Mensch und Maschine soll dabei Haupt-  
augenmerk gelegt werden. Frage die dabei beantwortet werden sind: Was  
bewegt Künstler\_innen dazu, sich Maschinen zu bedienen, um den genuin-  
menschlichen Prozess des Zeichnens ausführen zu lassen? Wie positionieren  
sich Künstler\_innen gegenüber der Maschine und welche Auswirkungen hat  
das auf das Verhältnis von Mensch, Kunst und Maschine?



## Kapitel 2

# Automat, Roboter und Maschine

*Man is the most successful machine on earth [...] from the neck up he is amazing, from the neck down he is no match for other machines.*

– Edwin Boyd Johnson

Einleitend sollen die Begriffe Maschine, Roboter und Automat abgegrenzt werden, da diese Geräte ausgestattet mit dem “Zeichen“-Präfix“ in der künstlerischen Praxis Einzug finden.

### 2.1 Die Maschine

Das Wort *Maschine* bedeutet gemeinhin “Arbeitsgerät mit beweglichen Teilen“. Aus dem ursprünglich griechischen *machana* (mechanisch) entwickelte sich über das lateinische *machina* das Französische *machine*, welches im 17. Jahrhundert als militärischer Fachausdruck für Kriegs- und Belagerungsmaschinen verwendet wurde. Im Duden wird der Begriff als “Vorrichtung, die Kraft oder Energie überträgt und mit deren Hilfe bestimmte Arbeiten unter Einsparung menschlicher Arbeitskraft ausgeführt werden können“ definiert. (Vgl. *Duden* 2015)

Mit der Anwendung als übergroßer Hebelarm im Theater des alten Griechenland, mit dem durch das *Einfliegen* des *deus ex machina* - *des Gottes aus der Maschine* scheinbar festgefahrene Situationen sich in Wohlgefallen auflösen, fand der Begriff Einzug in den allgemeinen Sprachgebrauch.

Über die Jahrhunderte sollte sich das Bild der Maschine als unterstützendes Werkzeug des Menschen erst mit der zweiten industriellen Revolution Ende des 19. Jahrhundert stark verändern. Durch die zunehmende Elektrifizierung und die steigende Mechanisierung entstanden für Verkehr, Produktion und Bauwesen noch nie dagewesene Möglichkeiten. Maschinen sollten

alles besser, schneller und fehlerfreier machen, als es bis dato der Mensch bewerkstelligen konnte. Konstruiert, um dem Menschen zu dienen, begann sich Ende des 19. Jahrhunderts, beeinflusst von den Managementtheorien von Frederick Winslow Taylor und Henry Ford jedoch die Rolle des/der Arbeiter\_in zu verändern. In der industriellen Produktion führte Taylors feingliedrige Einteilung des Fertigungsprozesses zu monotonen und monofunktionalen Arbeitsschritten, sowohl für Mensch als auch Maschine, und durch die Einführung des Fließbandes wurde die menschliche Arbeitsgeschwindigkeit an die der Maschine angepasst. (Vgl. Reichert 1996, S. 136ff)

Das Arbeiten in der Fabrik kann somit aus zwei Perspektiven gesehen werden: Aus derer des/der Unternehmers\_in, welche\_r die Maschine beherrscht, und derer der Arbeiter\_innen, welche von der Maschine beherrscht werden. Der leibeigene aus der Zeit des Feudalismus findet seine Entsprechung im entrechteten Arbeiter des industriellen Zeitalters. Die Maschine wird zum Machtinstrument derer, die sie besitzen und zu kontrollieren wissen.

Charlie Chaplins *Modern Times* aus dem Jahr 1936 stellt die damaligen Verhältnisse überspitzt aber trefflich dar, wenn er mit der Geschwindigkeit des laufenden Förderbandes kämpft und beim unvermeidlichen Notstopp der Maschine, die Rüge des Vorarbeiters über sich ergehen lassen muss. Mit der Darstellung des über Bildschirme alles überwachenden Unternehmers greift er nicht nur technologisch bis in unsere Zeit vor, sondern verweist auch auf die im Taylorismus propagierte Kontrolle und ergebnisbezogene Entlohnung. (Vgl. *Modern Times : Charlie Chaplin* 1936)

Mit der Einführung des Digitalcomputers in den 1960er-Jahren und den ersten privat verfügbaren Geräten ab den 80er-Jahren wurde der Grundstein gelegt für die ubiquitäre Technifizierung des menschlichen Lebens. Angefangen mit den rein mechanischen von Willhelm Schickard (ca. 1623) und der Addiermaschine *Pascaline* (1643) von Blaise Pascal, schaffte es die moderne Rechenmaschine innerhalb von 30 Jahren sämtliche Lebensbereiche des Menschen zu durchdringen und maßgeblich zu verändern (vgl. Mraček 2010, S. 31).

Heute noch mehr als damals schwankt unsere Beziehung zur Maschine zwischen Euphorie und Skepsis. Digitale Geräte begleiten uns täglich und beeinflussen fundamental wie wir arbeiten, kommunizieren und im Endeffekt auch wie wir denken (vgl. brainHQ 2015). Was dabei meist vergessen wird, führte Ernst Knapp in seinem 1877 erschienen Buch *Grundlinien einer Philosophie der Technik* folgendermaßen trefflich aus:

“Weil Werkzeuge und Maschinen weder auf Bäumen wachsen, noch als Göttergeschenke fertig vom Himmel herabfallen, sondern *weil wir sie selbst gemacht haben* tragen sie als Producte [sic!] dieses Selbst das deutliche Gepräge des bald unbewusst findenden, bald bewusst erfindenden Geistes. Daher geben sie

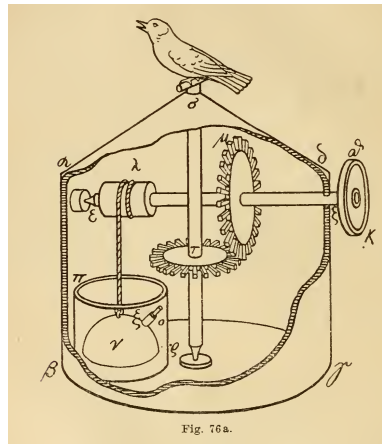
in der Rückbeziehung auf ihre Zeugungsstätte Erklärung und Aufschluss über die organische Thätigkeit [sic!] selbst, welcher sie wie das Nachbild dem Vorbild ihre Entstehung verdanken, und müssen als eins der wichtigsten Momente gewürdigt werden sowohl für die Erkenntnisslehre [sic!] im allgemeinen [sic!], wie für die Entwicklung des Selbstbewusstseins im besonderen [sic!].“ (Knapp 1877, S. 172)

Er hat damit schon früh erkannt, dass Maschinen immer Produkte aus Menschenhand sind, deren Eigenheiten und Spezifika immer auf intuitives oder geplantes Handeln der Erfinder\_innen und/oder Erbauer\_innen zurückgehen. Die Konstruktion der Maschine als Hilfsmittel des Menschen, kann also nie getrennt vom Individuum gesehen werden. Gleichermäßen ist deren Einfluss auf das Verhalten direkter und indirekter Benutzer\_innen signifikant, oder wie John M. Culkin bezugnehmend auf seinen Lehrer, den Medientheoretiker Marshall McLuhan schrieb: “We shape our tools, and thereafter they shape us“ (vgl. Culkin 1967, S. 70).

Augenscheinliche Gründe für die Faszination für die Maschine können sowohl in der Kunst der Konstruktion als auch in der Unwissenheit bzw. Unsichtbarkeit ihrer Funktionsweise begründet sein. Ist es einerseits bei mechanischen Apparaturen auch technisch nicht Versierten möglich, sich anhand eingehender Betrachtung ein Bild über die Wirkungsweise der Maschine zu machen, ist andererseits in Zeiten von Mikrocomputern fachliches Wissen gefragt um deren Hintergründe zu verstehen. Die moderne Rechenmaschine ist zur Blackbox geworden, bei der zwar *Input* und *Output* ersichtlich sind, die genauen Prozesse die im Inneren ablaufen doch nur Wenigen bekannt sind. Mit der zunehmenden Technifizierung unseres Alltags und der Komplexitätssteigerung der Maschinen kann durch die Undurchsichtigkeit dieser Systeme begründetes Misstrauen entstehen. Die weltweite Vernetzung durch das Internet und Phänomene wie das *Internet of Things* können zu einer Verstärkung der Verunsicherung führen, wenn man das Internet als eine aus Millionen von Computer aufgebaute, undurchsichtige Maschinerie betrachtet. Von welchem Ausmaß wir hier sprechen zeigt der *Connections Counter* des amerikanischen Netzwerktechnologieunternehmens *Cisco* mit derzeit 14 943 233 000 verbundenen Geräten (Stand: 27. Februar 2015, 13:18) (cisco.com 2015).

## 2.2 Der Automat

Etymologisch kommt *Automat* vom griechischen *autómatos*, was so viel heisst wie “sich selbst bewegend, aus eigenem Antrieb“. Es bezeichnet heute einen Apparat, der auf eine bestimmte Eingabe mit einem festgelegten Muster reagiert. Kaugummi-, Geld- oder Fotoautomaten sind Beispiele hierfür. In der Industrietechnik sind es auch Werkzeugmaschinen, die Arbeitsvorgänge

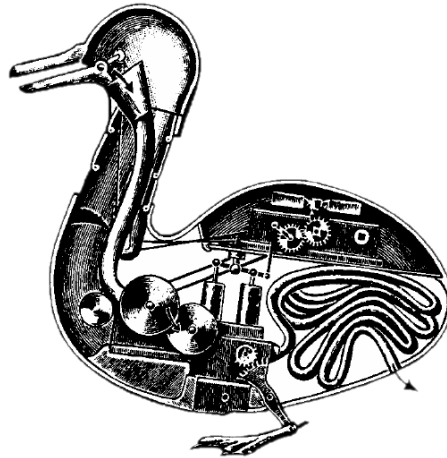


**Abbildung 2.1:** Technische Skizze des Vogelautomaten (Schmidt 1899, S. 48).

nach einem definierten Programm selbsttätig ausführen. Auch in der Informatik hat der Begriff mit der *Automatentheorie* Einzug gefunden. Der Automat ist dabei ein Modellrechner der in einem kybernetischen System verwendet wird um Möglichkeiten für die Lösbarkeit von Problemen zu finden. *Automatisch* bedeutet folglich “selbsttätig“ und *automatisieren* – ein Begriff entsprungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts – “(einen Betrieb) auf vollautomatische Fabrikation umstellen“. (Vgl. Duden 2015)

Eine erste Erwähnung des Begriffs *Automat* findet sich als Titel des Buches *Automata - Buch der Maschinen* des Heron von Alexandria. Eine Entwicklung Herons, dessen Wirkungszeit auf das 1. Jahrhundert geschätzt wird, war der Vogelautomat (siehe Abbildung 2.1). Durch die Drehung an der Kurbel wurde über Achsen und Zahnräder Kraft übertragen, sodass sich sowohl der Vogel bewegte als auch über eine Seilwinde ein Kessel gehoben wurde, welcher in weiterer Folge Luft durch eine Pfeife strömen ließ. Der Vogel konnte sich somit bewegen und zwitscherte zudem noch. Neben diesem Automat der eher zur Belustigung diente, schuf Heron von Alexandria auch Gebräuchlicheres wie z.B. automatisch öffnende Tempeltüren, sobald am Altar ein Feuer entfacht wurde, eine windbetriebene Orgel oder ein automatisches Theater. Von seiner Auseinandersetzung mit Pneumatik und Hydraulik zeugt auch ein Weihwasserautomat, der bei Einwurf einer Münze eine bestimmte Menge Flüssigkeit abgab. (Vgl. Schmidt 1899, S. 48ff) und (wikipedia.org 2015a)

Das ausführlichste überlieferte Werk aus dieser Zeit ist das *Buch des Wissens von sinnreichen mechanischen Vorrichtungen* von Badi az-Zaman Abu l-Izz ibn Isma'il ibn ar-Razzaz al-Dschazari, welches um das Jahr 125 im Gebiet der heutigen Türkei entstand. Das Buch, welches im Mittelalter in der westlichen Welt ebenfalls unter dem Titel *Automata* verbreitet wurde,



**Abbildung 2.2:** Innenleben der mechanischen Ente (wikipedia.org 2015c).

enthält genaue Anleitungen zu verschiedensten Apparaturen, deren Funktionalität mit heutigen wissenschaftlichen Methoden nachgewiesen wurde. Eine davon ist das Modell eines Bootes auf dem vier Musikanten sitzen: zwei Trommler, ein Harfenspieler und ein Flötist. Diese werden mechanisch durch einen sich drehenden Zylinder gesteuert auf welchem vorstehende Stellzapfen Hebelarme anstoßen, die einem bestimmten Ton hervorrufen. Umgelegt auf heutige Technologien könnte man von einer ersten programmierbaren *Drum Machine* sprechen. (Vgl. Mraček 2010, S. 38ff)

Im Zeitalter des Barock sollte sich durch entscheidende Entwicklungen in den Wissenschaften und der damit einhergehenden Wandlung des Welt- und Menschenbildes auch die Intention des Automatenbaues verändern: Die Imitation von Lebendigkeit und die möglichst detailgetreue Nachbildung der Natur durch mechanische Gerätschaften wurde zum Experimentierfeld damaliger Ingenieur\_innen. Der Franzose Jacques de Vaucanson, der unter anderem 1745 den ersten vollautomatischen Webstuhl entwickelte, brachte so mit dem mechanischen Flötenspieler sowie einer mechanischen Ente zwei frühe Meisterwerke des Automatenbaus hervor. Seine Ente konnte nicht nur schnattern und mit den Flügeln schlagen sondern auch fressen, verdauen und ausscheiden (siehe Abbildung 2.2). (Vgl. Mraček 2010, S. 30)

Diese Erfindungen vermochten die Vorstellungskraft seiner Zeitgenossen beflügeln. Voltaire sollte von ihm gesagt haben: “Der kühne Vaucanson, Gegner von Prometheus, schien, die Natur nachahmend, das Feuer des Himmels zu nehmen, um die Körper zu beleben“ (vgl. wikipedia.org 2015a). Julien Offray de La Mettrie meinte, dass Vaucanson “seine Kunst lediglich noch weiter steigern [müsse], um im Prinzip in der Lage zu sein, auch einen entsprechenden Androiden zu bauen.“ Die Natur gehe bei der Erschaffung eines wirklichen Menschen im Prinzip genauso vor wie ein Automatenbauer, nur



**Abbildung 2.3:** Der Zeichner von Pierre Jaquet-Droz (wikipedia.org 2015d).

noch ein wenig kunstvoller. (Vgl. Mraček 2010, S. 30) zitiert nach (Schlich 1998, S. 548)

Die zitierte Ansicht beruht wohl darauf, dass in der Barockzeit das Wissen über den Körper noch sehr rudimentär war und der innere Aufbau des Menschen sehr mechanistisch gesehen wurde, d.h. es bestand die Vorstellung, dass Automat und Mensch praktisch nach demselben Prinzip konstruiert sind (vgl. Mraček 2010, S. 30).

Als folgenreiches Buch wird *L’homme machine* von Julien Offray de la Mettrie aus dem Jahre 1748 genannt, in welchem er den menschlichen Körper mit einer Maschine vergleicht und “körperliche Aktivitäten [...] als indifferente Verrichtungen vorstellt, bei denen es gleichgültig ist, ob sie von Lebewesen oder Artefakten ausgeführt werden.“ (Vgl. Dohm und Stahlhut 2007, S. 19)

Einen weiteren Schritt in der mechanischen Nachbildung des Menschen machte der Schweizer Uhrmacher Pierre Jaquet-Droz mit seinen automatischen Puppen. Die Organistin, der Schreiber und der Zeichner vermochten neben ihrem menschlichen Aussehen und ihrer nahezu natürlichen Ausführung von Orgelspiel, Schreiben und Zeichnen mit Tinte auch durch die Bewegung von Kopf und Augen zu faszinieren. (Vgl. *Jaquet-Droz Corporate Movie* 2009)

Der *Zeichner* wurde 1774 der Öffentlichkeit vorgestellt und ähnelt in Größe und Gestalt einem fünfjährigen Jungen (siehe Abbildung 2.3). Die Bewegungen der Hand und der Augen werden durch Nockenscheiben-Sets gesteuert. Das sind zylindrische Trommeln mit Ausbuchtungen, welche me-

chanisch übersetzt werden. Angetrieben wird der Automat, ähnlich einem Uhrwerk, über eine Spiralfeder, die aufgezogen werden muss. Durch Auswechseln der Nockenscheiben können mit dem *Zeichner* vier verschiedene Zeichnungen angefertigt werden: ein Portrait von Louis XV, ein Hund, König George von England und seine Gemahlin sowie das romantische Motiv von einem Wagen, der von einem Schmetterling gezogen wird. Jaquet-Droz' *Zeichner* kann als erste menschenähnliche Zeichenmaschine angesehen werden. (Vgl. wikipedia.org 2015d)

Das Spiel mit der Illusionskraft dieser Automaten forderte später der Wiener Hofmaschinist Wolfgang von Kempelen heraus. Mit der Präsentation eines mechanischen Schachspielers, der in türkischer Tracht an einer Art Kommode saß und alle seine menschlichen Gegenspieler bezwingen konnte, perfektionierte er im Jahr 1769 das Bild der intelligenten androiden Maschine. Obwohl sich später herausstellte, dass es sich bei dem *Schachtürken* um einen Schwindel handelte und seine logischen Schlussfolgerungen auf denen eines versteckten menschlichen Bedieners basierten, vermochte von Kempelens Automat zeitgenössische Philosophen und Schriftsteller zu Fragen über das Denkvermögen von maschinellen Apparaturen anregen. (Vgl. Mraček 2010, S. 34)

## 2.3 Der Roboter

*Es ist nicht möglich, in unseren Beziehungen zu nichtmenschlichen Wesen von irgendeinem Beherrschen zu sprechen, einschließlich ihrer angeblichen Herrschaft über uns.*

– Bruno Latour

Diverse Eigenschaften, die Automaten der jüngeren Geschichte zugeschrieben wurden, können heute mit dem Begriff des Roboters gleichgesetzt werden. Bis zur Geburt des eigentlichen, menschenähnlichen Roboters wurde daher – aufgrund des Fehlens einer Alternative – auch andere Maschinen unter derselben Bezeichnung geführt.

Der Begriff *Roboter* bzw. tschechisch *robot* geht auf Josef Čapek zurück, der seinen Bruder Karel Čapek zu dieser Bezeichnung für androide Arbeiter\_innen in seinem 1920 erschienenen Theaterstück *R.U.R.* – tschechisch *Rossumovi Univerzální Roboti* oder amerikanisch *Rossum's Univeral Robots* – inspirierte. Ursprünglich hätten seine Wesen *Labori* heißen sollen, er ließ sich jedoch von seinem Bruder überzeugen, der den Bezug zum tschechischen *robota*, was Fronarbeit, Zwangsdienst oder Knechtschaft bedeutet, herstellte (vgl. *Čapek Biography* 2015). Her kommend vom spätmittelhochdeutschen *robatter* bedeutet *Roboter* bzw. *der Robot* noch heute – obwohl sehr selten verwendet – “schwer arbeitender Mensch“ bzw. “(körperlich) schwere Arbeit“ (vgl. *wiktionary.org* 2015).



**Abbildung 2.4:** Rebellion der Roboter in *R.U.R.* (*R.U.R. Online* 2015).

Der Duden definiert den Roboter als eine “(der menschlichen Gestalt nachgebildete) Apparatur, die bestimmte Funktionen eines Menschen ausführen kann“. Programmierbarkeit und Greifarme als Hilfsmittel definieren des Weiteren eine spezielle Form, den Industrieroboter. (Vgl. *Duden* 2015)

Čapeks sozialutopisches Stück handelt von der Erschaffung künstlichen Lebens, die dazu dienen soll den Menschen von der Pflicht des Arbeitens zu befreien. Die Roboter sind dabei aus organischer Materie geformt, und nicht etwa – wie das Kostüm- (siehe Abbildung 2.4) und Posterdesign von damals oder die allgemeine heutige Vorstellung evozieren könnten – aus Metall gefertigt. Die damaligen Roboter hatten menschliche Züge, waren jedoch sonst jeglicher Eigenschaften beraubt, die nicht der Arbeit dienten. Sie finden weltweite Verbreitung, arbeiten und führen sogar Kriege für die Menschen. Sowie die Menschheit dadurch keinen Sinn mehr in der Arbeit sieht, so wird auch ihre eigene Reproduktion eingestellt, und die Geburtenrate sinkt gegen Null. Durch experimentelle Weiterentwicklungen mit dem Ziel, ihre Produktivität zu steigern, bekommen die Roboter im Verlauf des Stückes die Fähigkeit Gefühle zu empfinden. Diese Modifikation führt bei den Robotern in einem unvorhersehbaren Maße zur Herausbildung eines freien Willens, was am Ende des Stückes zu einer Revolution führt und in der Vernichtung der ganzen Menschheit endet. (Vgl. *R.U.R. Online* 2015)

Es macht den Anschein, dass Čapeks Benennung des *Roboters* als einen rechtlosen, leibeigenen Arbeiter – sozusagen einen Frondienstleister – des Menschen nicht zufällig mit dessen wortgeschichtlicher Bedeutung zusammenhängt. Die Rebellion der Maschinen kann durchaus als technikkritisches Statement aufgefasst werden, als Angst vor der Übermechanisierung und da-



mit der Entbehrlichkeit der menschlichen Arbeitskraft und der Herrschaft der Maschine über den Menschen, sowohl im intellektuellen als auch physischen Bereich, zu sehen vor dem gesellschaftlichen Hintergrund der zweiten industriellen Revolution als auch der Massenproduktion von Kriegsmaterial während des Ersten Weltkriegs.

Der Gedanke an eine Maschine, die Denken simulieren kann, beschäftigte ab den 30er-Jahren den britischen Mathematiker Alan M. Turing, der mit seiner Forschung nicht nur maßgeblich dazu beitrug im Zweiten Weltkrieg den deutschen Enigma-Verschlüsselungscode zu knacken, sondern auch den Grundstein für die wissenschaftliche Disziplin der Künstlichen Intelligenz legte (siehe dazu Abschnitt 4.6).

Auch der Film, der in der ersten Dekade des 20. Jahrhunderts zum populären Massenmedium avancierte, widmete sich ausführlich dem Thema der Robotik. Schätz (vgl. 2010, S. 76) sieht die anfängliche Beziehung zwischen Film und Roboter begründet in einer "kulturellen Imagination, die sich an den einschneidenden Erfahrungen von Maschinisierung, Effizienzsteigerung und entstehender Massenkultur abarbeitet". Ebenso sollen beides Medien sein, die sich der "Belebung des Unbelebten" widmen; die lebendig gemachte Maschine trifft auf das bewegte, bis vor kurzem noch statische Bild. Der Roboter im Film veränderte sich, beeinflusst vom gesellschaftlichen und politischen Wandel, vom dummen Handlanger in den 30er-Jahren (z. B. in der Science-Fiction-Serie *Flash Gordon* - 1936–1940), über den loyalen Helfer in den 50er-Jahren (Robbie the Robot in *Forbidden Planet* - 1956) zum eigenständigen, mitunter neurotischen Begleiter (HAL 9000 in *2001: A Space Odyssey* - 1968). HALs zerstörerische Autonomie, der besorgt um seine eigenen Existenz, fast die ganze Crew des von ihm kontrollierten Raumschiffs eliminiert, kommt auch in anderen dystopischen Szenarien der Abschaffung des Menschen durch die Maschine wie in *The Stepford Wives* (1975) oder *The Terminator* (1984), vor, Szenarien, welche unter dem Eindruck des Wettrüstens im Kalten Krieg angstausslösend wirken konnten. (vgl. Schätz 2010, S. 76ff)

Allen diesen Roboterbildern gemeinsam ist deren Wunsch der Nach- und Abbildung menschlichen Aussehens und Geistes und ist nicht nur im Film mit einem heiklen Spagat verbunden. Das Konzept des *uncanny valley* versucht die Eigenheiten von Menschsimulationen zu beschreiben: Je menschenähnlicher eine Roboterfigur ist, desto mehr Empathie empfinden wir ihr gegenüber. Das *unheimliche Tal* ist dabei der Bereich, in dem dieses Sympathisieren mit dem Künstlichen rapide abnimmt und als unheimlich wahrgenommen wird. Zwei Beispiele dafür sind Stanley Kubricks HAL 9000 und David aus Steven Spielbergs *A.I. - Artificial Intelligence*. HAL, der Bordcomputer eines Raumschiffs, besitzt zwar keinen anthropomorphen Körper, seine Stimme, sein kämpferischer Überlebenswille und die Beteuerung seiner eigenen Unfehlbarkeit hinterlassen jedoch einen durchaus menschlichen Eindruck. Nicht zuletzt lässt auch die Darstellung seines Kameraauges und

die filmische Raffinesse der Verwendung einer *Point-of-View*-Perspektive in Fischaugenoptik einen empathischen Moment entstehen. David wiederum ist ein Roboterjunge, verkörpert durch einen echten Schauspieler, der konzipiert wurde um zu lieben und geliebt zu werden, was er mit eiserner Konsequenz durchzieht. Es fällt dem Publikum auch hier schwer, kein Mitleid zu empfinden, wenn er im Film von technophoben Gegenspielern angegriffen wird. (Vgl. Schätz 2010, S. 81ff)

Durch biotechnische Diskurse und das Aufkommen von Cyberpunk-Literatur in den 80er-Jahren entwickelte sich ein neues Roboterwesen: der *Cyborg* (vgl. Schätz 2010, S. 86). Diese Verschmelzung von Natürlichem und Künstlichem wirft Fragen nach der Definierbarkeit des Menschlichen auf und manche sprechen bei dieser Hybridisierung sogar vom "Extremfall" der Robotik (vgl. Mraček 2010, S. 35).

Schätz (vgl. 2010, S. 88f) rezitiert abschließend, dass die Filmgeschichte des Roboters charakterisiert ist durch ein "permanentes Schwanken zwischen utopischem Überschwang und dystopischer Hysterie", der Idealtypus der zeitgenössischen Robotik nicht mehr der "rationalisierte Fabriksarbeiter, sondern eher der flexible, sozial intelligente Dienstleister" ist.

Diese Sichtweise sieht das Bild vom vollautomatischen Schweißroboter der Autoindustrie abgelöst durch das eines persönlichen Robo-Butlers und Haushälters. Es ist richtig, dass verstärkt ab den 90er-Jahren an Möglichkeiten zur Entwicklung von Selbstständigkeit und sogar Einfühlsamkeit von Robotern geforscht wird, wir sind jedoch noch weit vom multifunktionalen interaktiven Wegbegleiter entfernt. Das Schwierige dabei ist, dass zwar in einer industriellen, nicht-chaotischen Werkstattumgebung rationales, monofunktionales Handeln sehr leicht logisch definierbar und damit in Programmcode umsetzbar ist, andererseits bei der Interaktion mit sich ständig ändernden Umgebungen und – vorgehend – mit dem Menschen an die Grenzen des Vorhersag- und damit Programmierbaren gestoßen wird. Obwohl der Robotik ein stark wachsender Markt in der Alten- und Krankenpflege vorhergesagt wird, konnten bislang erst nicht-interaktive Produkte, wie Saugroboter für den Heimgebrauch oder selbstfahrende Essenstransporter für Krankenhauskantinen Marktreife erlangen. Einige der größten noch ungelösten Probleme sind Objekterkennung, Geräuschlokalisierung, Spracherkennung, Navigation und Lernfähigkeit. Der Traum des sozialen, mitfühlenden Roboters, wo die Beziehung von Mensch und Maschine statt in einem hierarchischen Erbauer\_in-Werk-Verhältnis in einem auf Augenhöhe steht, schwebt Forscher\_innen im Bereich der sozialen und kognitiven Robotik vor. Im Verhältnis zur Entwicklung von Lebewesen befinden Roboter sich jedoch noch auf der Stufe von Bakterien, sodass man von "Roboacteria" sprechen könnte. (Vgl. Weber 2010, S. 40ff)

Es ist noch ein langer Weg zum universalen, selbstständig agierenden anthropomorphen Roboter, was bei der Betrachtung der unbeholfenen und tollpatschigen Bewegungen der Finalisten der Roboter-Fussballweltmeisterschaft

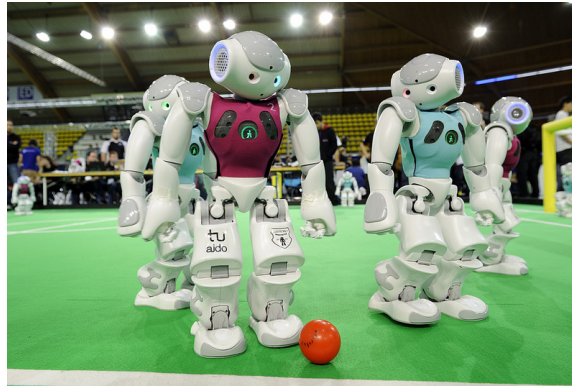


Abbildung 2.5: Fussball-Roboter beim Robocup 2014 (*RoboCup* 2015).

*RoboCup* 2014 umso augenscheinlicher wird (siehe Abbildung 2.5 und <sup>1</sup>).

## 2.4 Zusammenfassung

Die Begriffe Automat, Roboter und Maschine gehen im täglichen Gebrauch ineinander über. Gemeinsam haben sie alle, dass sie Werkzeuge sind, die vom Menschen geschaffen wurden, um ihn zu unterstützen. Was später entwickelte Automaten und den Roboter ausmacht, sind dessen definierte Ziele der Imitation und mitunter Verbesserung von menschlichen Fertigkeiten.

Die Beziehung zur Maschine ist ambivalent. Einerseits die Überlegenheit des Menschen durch das Erbauer\_in-Werk-Verhältnis. Andererseits herrscht jedoch allgemeiner Konsens über den Vorsprung der Maschine in Bezug auf Leistungsfähigkeit, Geschwindigkeit und Präzision. Ein scheint, als ob der Maschine ab dem Ende des 19. Jahrhundert das Bild vom modernen Arbeitssklaven anhaftet, dabei stets begleitet von der Angst, dass menschliche Arbeitskraft überflüssig werden könnte. Anfänglich das Theater, dann das Massenmedium Film trugen zu Beginn des 20. Jahrhunderts das Ihrige dazu bei, um mit dystopischen Imaginationen von der Weltherrschaft der Maschinen deren gesellschaftliche Wahrnehmung zu prägen. Das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine bleibt bis heute zwiespältig, angesiedelt zwischen euphorischem Vertrauen und kritischem Misstrauen. Dass Maschinen genuin-menschliche Fähigkeiten sozialen Handelns übernehmen oder mitunter den Menschen sogar übertreffen könnten, löst auch heute noch Unbehagen und Widerstand aus. Die Diskussion über den Einsatz der Maschine in der künstlerischen Praxis gründet auf ähnlicher Basis und ist Thema des nächsten Kapitels.

---

<sup>1</sup>[https://youtu.be/dhooVgC\\_0eY](https://youtu.be/dhooVgC_0eY)

## Kapitel 3

# Die Maschine in der bildenden Kunst

*The reason I'm painting this way is that I want to be a machine, and I feel that whatever I do and do machine-like is what I want to do.*

– Andy Warhol, *in* einem Interview mit G.R. Swenson

*La macchina di oggi è un mostro! Noi scopriremo l'arte delle macchine! - Die Maschine von heute ist ein Monster! Wir müssen die Kunst der Maschinen entdecken!*

– Bruno Munari, *in* Manifesto del macchinismo

In diesem Kapitel sollen die Entwicklung, Anwendung und Bedeutung von Maschinen in der Kunstpraxis beschrieben werden. Von Interesse ist hierbei deren hybrider Charakter, welcher Erbauer\_in mit dem Apparat, mit dem Akt der Produktion, den Benutzer- und Betrachter\_innen und schlussendlich mit dem Ergebnis verbindet. Fragen über die Validität der Maschine in der Kunst, der singulären oder geteilten Autor\_innenschaft und der Originalität werden dabei auftauchen und vergleichend betrachtet werden. Des Weiteren wird der lange Weg der Maschine in der bildenden Kunst bis heute zusammenfassend anhand wegweisender Beispiele beleuchtet.

### 3.1 Mensch und Maschine als Kunstproduzent\_innen?

War es in der Renaissance ein Leichtes den/die Maler\_in und sein/ihr Gemälde widerspruchsfrei voneinander abzugrenzen, sollten mit dem Eingang der Maschine in den künstlerischen Prozess Künstler\_innen bald realisieren, dass sie sich mit einer neuen Frage auseinandersetzen mussten: Wie verhält sich die Maschine in der künstlerischen Praxis im Verhältnis zu Autor\_in, Werk und Produktion?

Der Zwang zur Definitionspflicht scheint im ersten Augenblick unverhältnismäßig im Hinblick auf eine Maschine, welche von einem/r Künstler\_in konstruiert wurde. Problematisch wird dies jedoch, wenn sich diese beginnt zu bewegen, um dann auch noch menschenähnliche Tätigkeiten auszuführen. Eine Weiterführung in Form der Zuschreibung eines Individualitätscharakters führt besonders in Bezug auf die Autor\_innenfrage zu einer Komplexitätssteigerung. Die Maschine als Individuum könnte dadurch den Status einer Künstlerin angehaftet bekommen, deren kinetischer Akt und mitunter deren Ergebnis dann Kunst wären. Als noch radikaler kann es angesehen werden, sowohl eine Maschine als Kunstwerk zu bauen als auch deren Arbeitsleistung dann als Kunst zu deklarieren. Schwieriger wird es jedoch, wenn von Künstler\_innen zur Gestaltung eines Werks Maschinen herangezogen werden, die einer industriellen Fertigung und nicht ihren eigenen Gedanken entsprungen sind. Mit dem Wegfall eines kinetischen Moments – wie es z.B. beim Computer als moderne Rechenmaschine der Fall ist – wird diese Problematik noch verstärkt.

Begonnen wird hier mit der Bestimmung des Autor\_innenbegriffs, wie er im Spannungsverhältnis von Mensch und Maschine auftritt. Wenn ein/e Künstler\_in eine Maschine baut, ist die Verteilung offensichtlich klar: die Maschine ist Werk des Menschen, er/sie ist der/die Autor\_in. Nach Rist (2013, S. 51) kann die Maschine jedoch auch als Hilfsmittel des/der Künstlers/in und als Koproduzentin dienen. Kopiergerät, Drucker oder der Computer können künstlerische Produktionswerkzeuge sein, in deren alltäglichen Verwendung sind diese jedoch frei von jeglichem Kunstbezug. Es bedarf daher eines Transformationsprozesses, um sie diese Teil eines künstlerischen Prozesses werden zu lassen. Die Modifikation des Apparates oder die Neukontextualisierung sind hier zwei Möglichkeiten, wie es z. B. Steven Pippin in *Carbon Copier (Anyway)* praktiziert, indem er zwei handelsübliche Kopiergeräte mit der Belichtungsfläche aufeinander stellt damit diese sich gegenseitig beim Produktionsprozess ablichten (vgl. Schirn-Kunsthalle 2007, S. 23). Einige sprechen der Maschine hier einen koproduktiven Charakter, eine Art der Mitautor\_innenschaft zu: Rist (2013, S. 51) weist der Maschine beispielsweise ein Urheberrecht zu indem sie ihr eine eigene "kreative Kraft" attestiert. Hoffmann (2007, S. 34) wiederum spricht von einem "hybriden Autor", bei dem "Eigenschaften und Leistungen" sowohl des Menschen als auch der "intelligenten Maschine" in das Endprodukt einfließen. Diese angestrebte Gleichsetzung der Maschine mit dem Menschen wird in den weiteren Kapiteln, besonders in Abschnitt 4.6, noch ausführlich besprochen. Die Maschine als Produzentin wirkt jedoch problematisch und scheitert letztendlich daran, dass jede Maschine eine/n Erfinder\_in und Erbauer\_in haben muss, mit dem sie unlösbar verbunden ist. Oder wie Dohm und Stahlhut (2007, S. 24) ausführen: "Nie wird es dem Künstler jedoch gelingen, endgültig aus dem Werk zu verschwinden. Die Maschine kann ohne seine Anwesenheit Kunst produzieren, aber sie kann nie ohne die Idee des Künstler existieren." Mit

der Annahme einer Kunst erzeugt von einer Maschine, enthält diese Aussage jedoch weitere fragliche Momente der Autor\_innenschaft.

Marcel Duchamp beschreibt in seinem Text *The Creative Act* 1957 den kreativen Akt nicht als etwas vom Genie des/der Künstlers/in alleinig Vollzogenes, sondern als Aushandlungsprozess zwischen ihm/ihr und den Betrachter\_innen (vgl. Duchamp 1957). Kunst als Ausgang des kreativen Akts kann somit weder durch eine Maschine noch durch einen Menschen erschaffen werden, sondern manifestiert sich in der Gewährwerdung eines künstlerischen Moments.

Die Entstehung eines künstlerischen Moments in der Auseinandersetzung mit der Maschine in der Kunst kann in dieser Arbeit auf mehreren Ebenen festgemacht werden:

1. die Physis der konstruierten Maschine oder
2. die Physis der modifizierten (industriellen) Maschine,
3. der *Output* dieser Maschine
4. das Prozesshafte dieser Maschine
5. die Interaktion mit dieser Maschine

Die unter (2) erwähnte Modifikation einer bestehenden – mitunter industriell gefertigten – Maschine ist besonders in Hinblick auf den Computer in der Kunstpraxis von Belang. Die Wichtigkeit des Prozesscharakters wird bei (4) betont, sodass nicht nur das *Endprodukt* sondern ebenso der Weg dahin oder ein performativer Akt in Form einer sichtbaren Bewegung oder Gestaltänderung als künstlerischer Moment aufscheinen kann. Die unter Punkt (5) beschriebene Möglichkeit der Interaktion mit der Maschine während des Prozesses erweitert den Begriff der Autorenschaft noch zusätzlich. Spricht Hoffmann (2007, S. 31), bezugnehmend auf eine Zeichenmaschine von Jean Tinguely (siehe Abschnitt 4.3), von der Zeichenmaschine als Produkt des/der Künstlers/in als Kunst ersten Grades, der Zeichnung, angefertigt von dieser Maschine, als Kunst zweiten Grades, dann ist dieser Gedanke unvollständig, denn mit der Miteinbeziehung einer weiteren Person als Interaktor\_in mit der Maschine – wie es bei Tinguely geschieht – wäre die Einführung des Begriffes der Kunst dritten Grades nur konsequent.

Wie gezeigt wurde, deutet die Maschine in der Kunstpraxis auf mehreren Ebenen das an, was sich schon in avantgardistischen Tendenzen am Anfang des 20. Jahrhunderts manifestierte: die Hinterfragung des klassischen Autoren-, Werk- und Produktionsbegriffs.

### 3.2 Das Verhältnis von Künstler\_innen zur Maschine

Die Geschichte der Maschine in der Kunst lässt sich nach Dohm und Stahlhut (2007, S. 19f) in drei Phasen einteilen: Die erste Phase ist geprägt von

der “künstlerischen Maschine“ als utopisches Gedankenkonstrukt. So werden in der Literatur der Franzosen Alfred Jarry und Raymond Roussel Anfang des 20. Jahrhunderts Wände bemalende und Mosaik legende Apparaturen beschrieben, die Maschine hat sich also als Werkzeug des Menschen manifestiert. Ihre Eigenheit, vorgegebene repetitive Arbeitsvorgänge schnell und präzise auszuführen, wird dabei ausgenutzt.

In der zweiten Phase wenden sich Künstler\_innen der Maschine zu um sich von der “kühlen Ästhetik“ und der “anonymen Perfektion des Mechanischen“ inspirieren zu lassen (vgl. Dohm und Stahlhut 2007, S. 19f).

Mit regelrechter Euphorie waren es die Futuristen, die um das Jahr 1910 begannen Geschwindigkeit und Maschine zu verherrlichen. Diese frühe avantgardistische Strömung, die innerhalb Europas besonders Italien und Russland erfasste, reagierte damit auf die Modernisierungsschübe in den damaligen Großstädten. Ihr Weg war der Fortschritt, sie negierten althergebrachte Konventionen und positionierten die Maschine im Zentrum ihrer ästhetischen Auseinandersetzung. (Vgl. Seifert 2004, S. 106f)

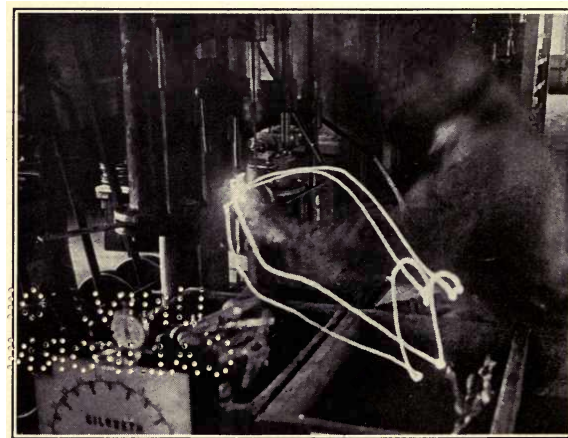
Jedoch waren es nicht nur großindustrielle Maschinen, die zu dieser Zeit die Kunst beeinflussten, sondern auch technische Weiterentwicklungen wie die Fotografie ließen Künstler\_innen neue Ausdrucksformen finden. Beeinflusst durch fotografische Bewegungsstudien von Étienne-Jules Marey und Eadweard Muybridge schuf der Franzose Marcel Duchamp 1912 sein berühmtes Bild *Nu descendant un escalier no. 2, (Akt, eine Treppe herabsteigend Nr. 2)* (siehe Abbildung 3.1). Die geometrische Komposition, in der unterschiedliche menschliche Posen als abstrakte Formen ineinander zu verschmelzen scheinen, lassen sowohl auf futuristische als auch auf kubistische Einflüsse schließen. (Vgl. Molderings 1997, S. 18ff)

Eine besonders interessante Verbindung von Industrialisierung, fotografischen Techniken und dem Studium von Bewegung stellen die Arbeiten des Amerikaners Frank B. Gilbreth dar. Er entwickelte um 1909 eine Methode um Bewegung im Raum darzustellen. Zuerst mit normalen, dann mit stereoskopischen Fotokameras gelang es ihm, menschliche Bewegungsabläufe in der industriellen Produktion aufzuzeichnen und sie anschließend dreidimensional nachzumodellieren. Die sogenannten *chronocyclegraphs* entstanden nicht aus künstlerischer, sondern aus einer vom Taylorismus – genauer vom *Scientific Management* – getriebenen Motivation, die der Optimierung und Effizienzsteigerung von Fließbandarbeit dienen sollte. Mithilfe kleiner Leuchten, die an der sich bewegenden Person (meist an den Fingern) befestigt waren, konnten durch Langzeitbelichtungen definierte Abfolgen visualisiert, analysiert und in weiterer Folge mit dem Ziel der Kosten- und Zeitersparnis optimiert werden (siehe Abbildung 3.2). (Vgl. F. B. Gilbreth und L. M. Gilbreth 1917, S. 116ff)

Dadaismus und Konstruktivismus stellen die Nachfolger des Futurismus dar, deren Abgesang auf die traditionelle Malerei und Skulptur stilprägend sein sollte. Für viele Künstler\_innen der Zwischenkriegsjahre, u. a. die Da-



**Abbildung 3.1:** Marcel Duchamp *Nu descendant un escalier no. 2* (146 x 89 cm), 1912 (PBA 2015).



**Abbildung 3.2:** *Chronocyclegraph*, welche die zweimalige Bedienung der selben Maschine durch die linke Hand eines Arbeiters darstellt (F. B. Gilbreth und L. M. Gilbreth 1917, S. 90).



daisten George Grosz, Raoul Hausmann, John Heartfield sowie den französischen Maler Fernand Léger war der vom humanistischen Denken geformte Autor\_innenbegriff veraltet. Der/die Künstler\_in als einzigartiges Individuum und das Kunstwerk als unwiederholbarer Ausdruck seiner intellektuellen und emotionalen Fähigkeiten wurde von ihnen als überholt angesehen. Zweifel von Zeitgenossen wie Sigmund Freud sowie die steigende Mechanisierung ließen die Idee der Subjektivität für sie somit obsolet erscheinen. Der Kunstgriff zur Maschine kann als Hinwendung zu einer möglichst objektiven Ausdrucksform gesehen werden. (Vgl. Dohm und Stahlhut 2007, S. 20)

Léger mit seinem 1924 inszenierten Film *La ballet mécanique* – dessen Bildkompositionen geprägt sind von laufenden Maschinen und geometrisch-mechanischen Bildverfremdungen – und die Dadaisten trieben es noch auf die Spitze und forderten zusammen mit den Konstruktivisten, dass Künstler\_innen Ingenieure werden sollten. (Vgl. Hoffmann 2007, S. 27)

Wie es schon zuvor die Fotografie ermöglichte Bewegung darzustellen – entweder aufgeschlüsselt in mehreren Einzelbildern oder als Langzeitbelichtung – sahen Künstler\_innen auch in der Maschine eine Möglichkeit sich der Bewegung anzunähern.

Marcel Duchamp sorgte u. a. 1924 mit seiner *Rotationsmaschine mit Halbkugel (Präzisionsoptik)* für Aufsehen in der Kunstszene. Um sich von einer banalen Reduktion auf dessen Physis zu lösen, deklarierte er zugleich, dass in dem Gerät nichts anderes gesehen werden soll als ein wissenschaftliches Phänomen. Zu der mechanischen Skulptur, deren Kernstück eine weiße Halbkugel mit konzentrischen Strichen in unterschiedlichen Stärken ist, die bewegt eine Spirale simulieren soll, positioniert er sich folgendermaßen: “Ich würde es bedauern, wenn jemand in dieser Halbkugel etwas anderes sähe als Optik.“ (Vgl. Molderings 1997, S. 54)

Mit der gleichen Intention gestaltete er 1935 seine *Rotorreliefs*, die in der Form einer Vinyl-Schallplatte gleichen und die aufgedruckten Muster in der Drehung optische Effekte erzeugen (vgl. medienkunstnetz.de 2015).

Wohl der objektiven Ästhetik der Maschine bewusst, ging es ihm nicht um die Betrachtung einer Apparatur, sondern um die Betrachtung an sich als phänomenologische Reflexion.

Seine Vorliebe für das Mechanische kann ebenfalls in seinen Readymades ausgemacht werden, indem diese als Kunst aus der industriellen Produktionsmaschine angesehen werden, einen Gedanken, den auch Alfred H. Barr Jr. und Philip Johnson mit ihrer Ausstellung *Machine Art* teilten. Bei der 1934 im Museum of Modern Art in New York gezeigten Schau, präsentierten sie Maschinen sowie industrielle Produkte auf Podesten und schrieben ihnen damit implizit einen Kunstcharakter zu. Auf eine dezidierte Benennung der Objekte als Kunstwerke ließen sie sich jedoch nicht ein. (Vgl. Dohm und Stahlhut 2007, S. 20f)

László Moholy-Nagy, Lehrender an der Bauhaus-Universität Weimar, war ein Künstler, der sich gleichermaßen der zuvor angeführten Dynamik

des Maschinellen verschrieb. Mit seinem 1930 vorgestellten *Licht-Raum-Modulator*, einer Anordnung von durch Elektromotoren bewegten Platten und Scheiben unterschiedlichster Durchsichtigkeit, die im Zusammenspiel mit verschiedenfarbigen Glühbirnen Projektionen im Raum erzeugten. Ähnlich wie bei Duchamp war hier jedoch nicht die Maschine der Mittelpunkt des Interesses sondern – und das unterscheidet ihn von Duchamp – die Erforschung ihrer kinetischen Natur. Die Bewegung des Apparats einerseits sowie die der Lichtformationen an den Wänden andererseits schufen eine neue Dimension der Betrachtung: die Maschine als kinetische Skulptur, die Raum und Zeit in sich vereint. (Vgl. Perrier 2015)

Das *Manifesto del Macchinismo* des italienischen Futuristen Bruno Munari aus dem Jahre 1938 wiederum fordert nachdrücklich eine Hinwendung zur Maschine in der Kunst. Obwohl – oder mitunter gerade weil – er eine kritische Sicht gegenüber deren Allgegenwärtigkeit hat, fordert er dazu auf, deren Anatomie und Eigenheiten zu erforschen mit dem Zweck, diese für die Kunst verwendbar zu machen. In Anbetracht der Gefahr, dass wir sonst Sklaven der Maschine werden könnten, sollen wir uns von den Pinseln, Paletten und Leinwänden lösen und dafür den industriellen Materialien, den Geräuschen und den Bewegungen der Maschinen zuwenden um sie als Kunst erwachen zu lassen. (Vgl. Munari 1952, S. 37)

Bei Betrachtung der genannten Beispiele erscheinen die Gedanken der Kampfschrift von Munari nicht komplett neu, doch bis die Maschine einen umfassenden und weitgehend akzeptierten Eingang in die Kunst finden wird, sollten noch einige Jahrzehnte vergehen.

Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs beginnt die dritte von Dohm und Stahlhut (2007, S. 20f) definierte Phase der Maschine in der Kunst. War die Zweite noch geprägt von der/dem Künstler\_in als Maschinenbauer\_in (Dadaisten) sowie der Maschine als Objekt, dass auf etwas anderes als seinen maschinellen Charakter verweist (Duchamp, Moholy-Nagy), lässt sich nun eine Neuinterpretation der Maschine sowohl als Kunstwerk als auch später als Reflexionsmedium ausmachen.

Maßgeblich trug zu dieser Entwicklung die Ausstellung *Le Mouvement*, organisiert 1955 von Denise René in ihrer Pariser Galerie *rue la Boétie*, bei. Der programmatische Titel verweist auf die erwähnte Faszination für die Bewegung, welcher sich alle acht ausstellenden Künstler widmeten. Die Objekte von Marcel Duchamp, Alexander Calder, Victor Vasarely, Robert Jacobsen und die damals zum Teil noch unbekannten Künstler Iacov Agam, Pol Bury, Jesús Rafael Soto und Jean Tinguely verwiesen auf die Bewegung im Raum. Sie bewegten sich selbstständig und forderten die Besucher\_innen auf diese Skulpturen oder sich selbst im Raum zu bewegen. (Vgl. Perrier 2015)

Besonders der Schweizer Jean Tinguely sollte entscheidend dazu beitragen, das Künstler\_in-Maschine-Verhältnis auf den Kopf zu stellen. Mit seiner Werkserie der *Méta-matics* schuf er nicht nur kinetische Skulpturen son-

dern ließ diese auch noch in Interaktion mit den Betrachter\_innen Werke erzeugen, die selbst als Kunst angesehen werden (genauer in Abschnitt 4.3). Mit dem Rückzug des Künstlers aus einem Teil des Produktionsprozesses kommt den Benutzer\_innen, der Maschine und deren Zusammenspiel somit größeres Interesse zu. (Vgl. Hoffmann 2007, S. 31)

Tinguely, der schon zuvor Stahlskulpturen baute, wollte mit seinen *Métabotics* seinem Publikum Vergnügen bereiten und durch dessen Einbindung in den Produktionsprozess die Verschmelzung von Kunst und Leben zu propagieren (vgl. Schirn-Kunsthalle 2007, S. 124).

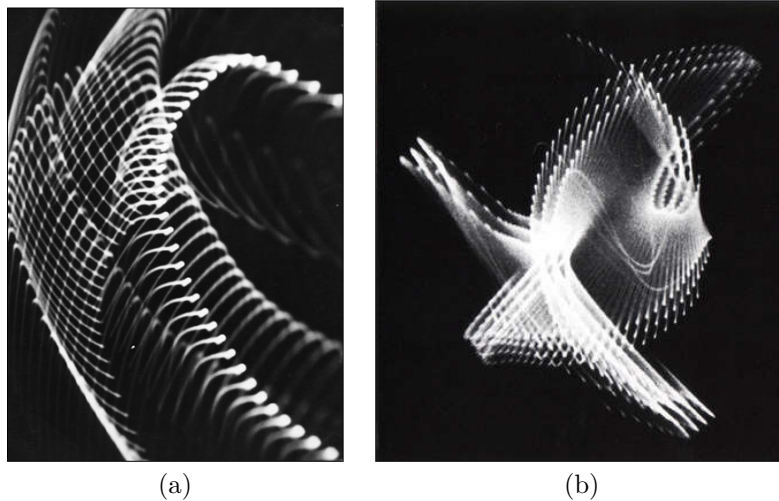
Eine andere, nicht weniger subversive Position nahm der Italiener Giuseppe Pinot-Gallizio Ende der 50er-Jahre ein, der sich als Person ganz der maschinenhaften Produktion hingab. Er fertigte seine malerischen Experimente auf Papierrollen an, die dann meterweise wie industrielle Ware verkauft wurden (vgl. Hoffmann 2007, S. 27). Demselben Gedankengut folgte auch Andy Warhol, als er im darauffolgenden Jahrzehnt in seiner selbsternannten *Factory* mit der Reproduktionstechnik des Siebdrucks Bilder wie am Fließband produzierte. Aus einem Interview aus dem Jahre 1963 stammt sein berühmtes Zitat “The reason I’m painting this way is that I want to be a machine, and I feel that whatever I do and do machine-like is what I want to do“, mit dem er seine Intention zur Annäherung an die Maschine nur allzu gut beschreibt (Swenson 1963).

Zur gleichen Zeit wurden die ersten analogen, später dann digitalen Computer entwickelt und fanden allmählich in der Kunst Einzug.

Die ersten Experimente mit analogen Rechenmaschinen wurden unabhängig voneinander zu Beginn der 50er-Jahre von Ben F. Laposky in den USA und Herbert W. Franke in Österreich durchgeführt. Beide verwendeten Kathodenstrahloszilloskope und Analogrechensysteme um unterschiedlichste Kurvenkombinationen auf dem Bildschirm darzustellen. Die berechneten Abbildungen erschienen als weiße Striche vor einem schwarzen Hintergrund, welche dann fotografisch dokumentiert wurden. Durch Langzeitbelichtung und Bewegung der Kamera konnten spezielle Effekte, wie z. B. die “typische Ausfächerung der Grundfigur“, erzielt werden (vgl. Online 2015). Laposky nannte seine Bilder *Oscillons* oder *Electronic Abstractions*, Franke seine *Oszillogramme* (siehe Abbildung 3.3). (Vgl. Online 2015) und (Laposky 2015)

Franke studierte Physik, Mathematik, Chemie, Psychologie und Philosophie und schrieb seine Dissertation über das Thema Elektronenoptik (vgl. wikipedia.org 2015b). Laposky begründete seinen Zugang zu Oszilloskopen in einem langjährigen Interesse an Kunst und Design, die von Mathematik und Physik inspiriert wurden. Besonders die Spezifika algebraischer Kurven von Pendelapparaturen wie z.B. die von Harmonographen waren für ihn sehr inspirierend. (Vgl. Laposky 2015)

In die Fußstapfen von Jean Tinguely tretend, verwendete der Brite Paul Desmond Henry ausrangierte Analogcomputer aus ehemaligen Weltkriegs-



(a)

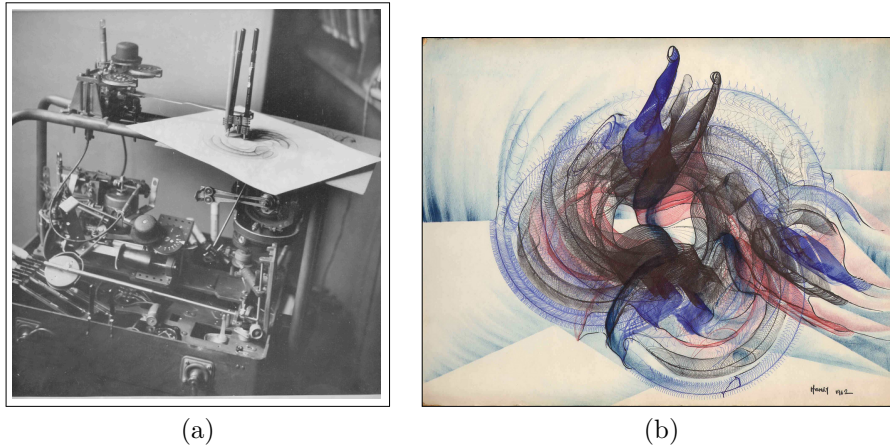
(b)

**Abbildung 3.3:** Die ästhetischen Überschneidungen von Herbert W. Franke's *Oszillogramm*, 1955/56 (a) (Online 2015) und Ben F. Laposkys *Oscillon* 4, 1952 (b) (dada.compart-bremen.de 2015) lassen sich nicht übersehen.

Bombern, um daraus eine der ersten Computer-Zeichenmaschinen zu bauen. Diese Apparate zur präzisen Berechnung von Bombenabwürfen modifizierte er dahingehend, dass sie, ausgestattet mit einem Stift geometrische Zeichnungen produzierten (siehe Abbildung 3.4). Wie Tinguelys Werke waren diese sehr vom Zufall geprägt und ließen sich während des Produktionsprozesses durch manuelle Interaktion beeinflussen. Bevorzugt ließ er sie ganz für sich alleine arbeiten, um sich anschließend jedes Mal aufs Neue von ihrer Unberechenbarkeit inspirieren zu lassen. Von Zeit zu Zeit ließ er ihnen auch die Freiheit, selbst zu *entscheiden*, wann eine Zeichnung fertiggestellt ist (nämlich dann, wenn das Papier vom sich bewegenden Zeichentisch fiel). (Vgl. O'Hanrahan 2015, S. 2f)

Henry beschreibt damit zwei aufschlussreiche Theorien warum sich Künstler\_innen noch heute der Maschine bedienen. Die erste liegt begründet im Delegieren des Produktionsprozesses. Im Abgeben der Verantwortung für einen Teilbereich der Ausführung eines Werkes, nimmt sich der/die Künstler\_in heraus und unterwirft sich den Regeln und Gesetzmäßigkeiten der Maschine (die zuvor mitunter selbst definiert wurden). Man ist nicht mehr so frei wie der Maler, der mit Pinsel und Farbe eine Leinwand füllt, erleichtert sich damit aber auch einer Vielzahl von Entscheidungen.

Mit der zweiten Theorie beschreibt Henry die Suche nach dem Unvorhersehbaren. Da seine Maschinen weder programmierbar noch – aufgrund ihres mechanischen Charakters – unfehlbar waren, brachte jede Ausführung ein anderes Ergebnis und eine lockere Schraube konnte signifikanten Einfluss auf das ganze Werk haben. Der Zufall als Werk bestimmendes Element fügt



**Abbildung 3.4:** Paul Desmond Henry's Drawing Machine One (1961-62) (a) (O'Hanrahan 2015, S. 2) und eine Zeichnung dieser aus 1962 (b) (desmondhenry.com 2015, S. 2).

dem künstlerischen Prozess damit eine wichtige Determinante hinzu (siehe dazu auch Abschnitt 4.4).

Mit dem Beginn des Zeitalters der digitalen Computertechnik Anfang der 60er-Jahre wurde die Auseinandersetzung von Künstler\_innen mit Maschinen auf eine neue Ebene verlagert. Das exakte mathematische Fundament sowie die variable Programmierbarkeit dieser neuen Rechenmaschinen sollten im Kunstbetrieb für Aufruhr und zur Begründung neuer ästhetischer Konzepte anregen. Der Algorithmus, d.h. eine Reihe von Handlungsanweisungen in computerverständlicher Sprache, bildet die Grundlage dieses Diskurses, der noch bis heute anhält. Federführend bei dieser Entwicklung sind die frühen Formen der Computergrafik in Deutschland, den USA, England und des ehemaligen Ostblocks sowie die Konzepte der Informations- und generativen Ästhetik. Die drei Wissenschaftler Georg Nees, Frieder Nake, A. Michael Noll waren unter den ersten, die sich der Produktion von Werken mithilfe des Digitalcomputers widmeten, die anschließend in Galerien und Museen gezeigt wurden. Sie verwendeten dazu elektronisch gesteuerte Zeichenmaschinen, sogenannte Stift- oder Mikrofilmplotter, mit denen sie Zeichnungen zu Papier brachten (siehe Abschnitt 4.4.2).

A. Michael Noll, der ab 1962 in den USA Computergrafiken erzeugte, kam durch einen Programmfehler, der sich in wirren Linien auf der Zeichnung eines Kollegen manifestierte, auf die Idee den Computer künstlerisch einzusetzen. Er programmierte ähnliche Zeichnungen wie Nake und Nees, die von Ordnung und Zufall bestimmt waren, sein Zugang war jedoch eher eine wissenschaftlich-praktischer Art. Beginnend mit einfachen 2D-Grafiken, erschloss er anschließend mittels stereoskopischer Techniken die dritte Dimension, bevor er sich – vom Zeichenplotter abwendend – dem Film und

interaktiven Apparaturen verschrieb. (Vgl. Klütsch 2007, S. 145)

Nach diesen Ausführungen scheint es, als wären es in der Geburtsstunde der digitalen Computerkunst nicht, wie es die Konstruktivsten forderten, die Künstler\_innen, die sich der Maschine zuwendeten und Ingenieur\_innen wurden, sondern die Ingenieur\_innen und Wissenschaftler\_innen das ästhetische Potential ihrer Experimente entdeckten und begannen Kunst zu produzieren. Doch dieser Eindruck währt nicht lange. So sollte der Deutsche Künstler Manfred Mohr in den Jahren 1968 bis 1972 sehr früh einen Gegenbeweis zu dieser Ansicht antreten. Mohr war schon bildender Künstler, als er über die Möglichkeit der Bildproduktion mit dem Computer stolperte. Ausgehend von einer – sehr formalen – elaborierten künstlerischen Sprache, die aus seriellen schwarz-weißen Elementen bestand, wendete er sich der Programmierung von Zeichnungen zu. Seine Faszination lag dabei in der Umsetzung seiner exakten Strukturen am Computer, besonders der Übersetzung dieser in mathematisch-logische Handlungsanweisungen. Klütsch (2007, S. 186) schreibt dazu: “Mit Mohr trifft künstlerische Ausdruckskraft auf die ordnungstiftende Kraft des Computers.“

Bevor der Digitalcomputer Einzug finden sollte, versuchte K. G. Pontus Hultén, damals Gastkurator am Museum of Modern Art New York, im Ausstellungskatalog zu seiner Ausstellung *The Machine As Seen At the End of the Mechanical Age* die Maschinenkunst des 20. Jahrhunderts zu resümieren: Künstler\_innen bedienten sich in den letzten 40 Jahren philosophisch-theoretischen Aspekte der Maschine um insbesondere deren soziale und technisch-ökonomischen Einflüsse zu reflektieren. Maschinen wurden von Künstler\_innen des Weiteren als Metapher für ihre gesellschaftskritische Haltung gegenüber blindem Vertrauen in die Technik eingesetzt und um mit Hilfe dieser Technologie neue Wege des künstlerischen Ausdrucks zu finden. Ausgestellte Künstler\_innen waren u.a. Duchamp, Tinguely, Léger, Moholy-Nagy, Tatlin und Klee. Ihnen adjustierte er sehr konträre und teils extreme Einstellungen zur Maschine: “Leading artists of our time have held attitudes toward the machine ranging from idolatry to deep pessimism.“ (Hultén 1968, S. 6)

Was mit Mohr schon angedeutet wurde, sollte in der darauffolgenden Dekade noch verstärkt Gestalt annehmen: eine neue Art des Computerkünstler\_innenbildes: das der “artist-programmer“. Mit dem Eintritt von klassisch geschulten Künstlern insbesondere einer Welle von Künstler\_innen, wurde die Szene um neue Reflexions- und Erzählformen erweitert, ein neuer Optimismus entzündete sich und fand Selbstbestätigung. In den 80er-Jahren kam es mit der Einführung des *personal computers* mit auf Fenstern, Menüs und Icons basierenden benutzerfreundlichen Oberflächen sowie dem erleichterten Zugang durch Maus, Joystick oder Eingabestift zu einer neuerlichen Erweiterung der Zielgruppe. Kommerzielle Software sowie die Erweiterung des ursprünglich Bildschirm-gebundenen Mediums führten zu neuen interaktiven und performativen Kunstformen. (Vgl. Taylor 2014, S. 19ff)

Der moderne Rechner ist ab diesem Zeitpunkt nicht mehr nur Werkzeug und Medium, sondern Reflexionsgrundlage für einen weitreichenden Themenkomplex. Neben digitaler Produktion und Reproduktion von Text, Grafiken, Klang und Animation erfahren Künstliche Intelligenz, virtuelle Realitäten und Telematik ähnliches Interesse. Mit dem Aufkommen des Internets als gigantischer komplexer Zusammenschluss abertausender Rechner und neuer Möglichkeiten mobiler Mikrocomputer wurden Datenvisualisierung, Hacktivismus, lokative Medien und soziale Netzwerke zum Stoff künstlerischer Auseinandersetzung. (Vgl. Paul 2011, S. 1)

Neben dem Einsatz von Hard- und Software, sind es auch politische, soziale, ökonomische, ökologische, technische und wissenschaftliche Begebenheiten auf die der Computer mit zunehmender Digitalisierung der Gesellschaft hinweist. D.h. Computer ist nicht mehr Produktions- sondern mehr Reflexionsmedium.

### 3.3 Bedingungen für die Legitimation der Maschine in der Kunst

Die Voraussetzungen für die Anerkennung oder Zurückweisung der Maschine in der Kunst können neben den – zuvor erläuterten – Intentionen von Künstler\_innen, sich derer zu bedienen, auch mit der Definition von Kunst im jeweiligen geschichtlichen und soziokulturellen Kontext in Zusammenhang gebracht werden. Weder die Begriffsauslegung noch die Berechtigungen können dabei nach festgeschriebenen Kriterien bewertet werden, sondern entstehen stets in einem jeweils zeitgenössischen oder retrospektiven wechselseitigen Austausch von beteiligten Personengruppen. Kunstproduzent\_innen, -aussteller\_innen sind ebenso involviert wie Kunstkritiker\_innen und -historiker\_innen.

Hoffmann (2007, S. 26ff) sieht die Legitimation der Maschine in der Kunst in einem gesamtgesellschaftlichen Kontext, in der sich Kunst, Kultur und Wissenschaft gegenseitig beeinflussen. Eine frühe Notwendigkeit sieht er in der Abkehr vom handwerklichen Können als Qualitätsmerkmal, welche ihren Ausgang ihm zufolge schon in der Renaissance nahm und durch die Industrialisierung einen bis heute anhaltenden starken Aufwind erhielt. Unvollendete Zeichnungen und Skulpturen galten demnach im 16. Jahrhundert als wahre Geniestreiche, die auf der Vorstellung gründeten, dass die Idee am Anfang eines Prozesses deutlicher hervorkommt als im endgültigen Werk. Paradoxerweise waren Albrecht Dürers Zeichenraster oder die *Camera Lucida* zeitgleich Werkzeuge, deren Ziel die perfekte Abbildung der Realität war. Diese Annäherung an Wiederholbarkeit und kühle Perfektion einer Maschine, sollte in den 1960er-Jahren in Pop- oder Minimal Art ihren Höhepunkt erreichen. Die stringente Fokussierung auf Nüchternheit und das Entfernen jeglicher Spur von handwerklichem Einfluss, geschah mit der Intention, die

Idee als kunstbildendes Element über die des Endprodukts zu stellen (siehe dazu auch Kapitel 4.4.1). Sowohl die Verschiebung der Relevanz von Handwerk im künstlerischen Prozess als auch die spätere Abwendung davon wird hiermit angedeutet.

Als weitere Bedingungen sieht Hoffmann (Vgl. 2007, S. 30) sowohl die zunehmende Industrialisierung und Mechanisierung als auch die Etablierung der Kategorie der Objektkunst – in der jeder Gegenstand zum Kunstwerk avancieren kann – Anfang des 20. Jahrhunderts. Tatsächlich waren es Avantgardisten wie Marcel Duchamp, der u. a. mit seinen Readymades – industriell hergestellten Objekten wie z. B. ein Flaschentrockner oder ein Urinal, welche er unbearbeitet zum Kunstwerk erklärte – entscheidende Schritte in diese Richtung setzte. Mit der scheinbar willkürlichen Auswahl und Neudefinition ging im selben Atemzug auch eine Entsublimierung der herstellenden Instanz des Kunstwerks, sowie dessen Einzigartigkeit und Originalität einher.

Die Maschine als Objekt steht in Konflikt mit dem traditionellen Bild des Künstler\_innensubjekts, das alleine berechtigt sein soll Werke von originärer Qualität herzustellen. Auch hier können Aspekte ausgemacht werden, welche die Maschine in einem anderen Licht erscheinen lässt. Die Individualitätsdiskussion muss dabei in einem gesellschaftlichen Rahmen gesehen werden. Unter dem Einfluss des technologischen Fortschritts entwickelten sich in Literatur, Theater und – dem damals neuartigen Medium – Film und in weiterer Folge im wissenschaftlichen Diskurs neue Theorien zu künstlichem Leben und Künstlicher Intelligenz: Der Roboter als androide intelligente Maschine war geboren. Mit der Möglichkeit, dass Maschinen sich dem Menschen nicht nur im Aussehen sondern auch in der Fähigkeit zu denken annäherten, wurde eine neue Reflexionsbasis geschaffen, auch in der Kunst. Im Gegensatz zum Bild des Roboters, waren es in der Kunst jedoch vordergründig abstrakte mechanische Apparate und für die Zuschreibung eines Subjektcharakters auch für nicht hominide Maschinen müssen somit andere Attribute gesucht werden. Ein Ansatz ist, dass die Möglichkeit der Maschine, auch ohne die Anwesenheit ihres/r Erbauers/in aktiv zu sein, als ein Kriterium für deren Eigenständigkeit als denkendes Ich gesehen wird. Wurden in mit Dampf oder später mit Elektrizität betriebenen Maschinen anfänglich ein Beherrschungs- oder Unterwerfungsverhältnis gesehen, war es die in der autarken Bewegung offenbarte künstlerische Intention, die in weiterer Folge als die intentionale Handlung der Maschine Beachtung fand. Jedoch nicht nur in der Kinetik sollte sich deren gestalterische Freiheit zeigen. Die Unvorhersehbarkeit sowohl der maschinellen Ausführung als auch des Endprodukts, sowohl von Seiten des/der Künstlers/in als auch der Betrachter\_innen, kann folglich als weiterer Grund für die Zuschreibung menschlich-kognitiver Eigenschaften gesehen werden. Die Undurchsichtigkeit des maschinellen Verhaltens, das scheinbar planlos – mitunter jedoch intentional – Werke schuf, erlaubte derartige Rückschlüsse. Die Komplexitätssteigerung infolge der Einführung der digitalen Rechenmaschine, sollte diese Annahme durch die vollkommene



Unsichtbarkeit des Prozesses noch befördern.

Es konnten einige Gründe dargelegt werden, warum der Maschine in der Kunst im Laufe ihrer Geschichte ein Subjektcharakter zugewiesen wurde. Diese allein jedoch als Legitimationsgrundlage heranzuziehen war lange Zeit problematisch. Zu sehr haftet der Maschine das Bild eines toten Gegenstandes an. Durch die Aufweichung des Künstler\_innenbegriffs, beginnend u. a. schon bei Duchamp und in der weitgehenden Anerkennung ab den 60er-Jahren unter dem Einfluss von Strömungen wie der *Conceptual Art* oder dem Poststrukturalismus, fand auch die Maschine mehr und mehr Eingang in die Kunst. Der Authentizitätsbegriff, wie er in der Individuumsdiskussion vorkommt, wird in der Konzeptkunst u. a. dahingehend zur Disposition gestellt, indem die Idee das tragende Konstrukt des künstlerischen Prozesses ist. Die Ausführung und ebenso das finale Objekt ist dabei von dieser vollkommen entkoppelt und somit auch nicht Bedingung für das Bestehen eines Werks. Die Idee kann dabei vom/von der Künstler\_in, einer anderen Instanz (z. B. einer Maschine) oder mitunter gar nicht umgesetzt werden, die ausführende Instanz rückt damit in den Hintergrund. Roland Barthes Schrift *Der Tod des Autors* aus 1968 greift den Autor\_innenbegriff noch radikaler an. Er führt darin in Bezug auf Literatur an, dass fälschlicherweise “die *Erklärung* eines Werkes [...] stets bei seinem Urheber gesucht“ wird (Barthes 2002, S. 105). Seine Theorie der Abwesenheit des/der Autor/in macht es jedoch überflüssig, einen Text anhand dieser Person “entziffern“ zu wollen, da Text “aus vielfältigen Schriften“, aus einem “Gewebe von Zitaten aus unzähligen Stätten der Kultur“ zusammengesetzt sind und “der Schreiber nur eine immer schon geschene niemals originelle Geste nachahmen“ kann (Barthes 2002, S. 108f). An die Stelle des/der Autor\_in tritt “der Schreiber [, welcher] keine Passionen, Stimmungen, Gefühle oder Eindrücke mehr in sich [birgt], sondern dieses riesige Wörterbuch, dem er seine Schrift entnimmt, die keinen Aufenthalt kennt“ (Barthes 2002, S. 108). Die Bedeutungsaufladung eines Textes soll sich somit vom/von der Autor\_in zum/zur der Leser\_in verschieben; oder wie Barthes schreibt: “Die Einheit eines Textes liegt nicht in seinem Ursprung, sondern seinem Zielpunkt“ und “die Geburt des Lesers ist zu bezahlen mit dem Tod des Autors“ (Barthes 2002, S. 108f). Umgelegt auf die Kunst wird durch die Gedanken dieses grundlegenden Werks des Poststrukturalismus auch der Stellenwert des/der Künstlers/in als Träger der Deutungs- und mitunter sogar Definitionshoheit in Frage gestellt.

Dass diese Infragestellung für eine intensiviertere positive Einstellung gegenüber der Maschine in der Kunstpraxis förderlich war, zeigte sich jedoch erst um Einiges später. Mit dem Eintritt des Computers in die Kunstproduktion kamen demnach Kritiken zutage, die wahrscheinlich alles davor Geschriebene übertrafen.

Für Taylor (2014, S. 2) beginnt die problematische Geschichte der “computer art“ schon beim Finden einer passenden kategorischen Benennung und damit Einordnung in einen kunsthistorischen Diskurs. Die Geburtsstun-

de im Jahr 1963 festmachend, erläutert er, dass Künstler\_innen dieser Zeit den Begriff aufgrund der Vielschichtigkeit digitaler Ausdrucksformen negierten, während Außenstehende das Paradoxon schon in der Zusammenführung dieser zwei Begriffe sahen. Die Verbindung von Computer und Kunst konnte für viele demnach nicht unpassender sein. Das Oxymoron sollte jedoch alle begleiten, die bis zu seiner Umbenennung Ende der 80er-Jahre unter dieser Begrifflichkeit Kunst produzierten. Er führt weiter an, dass er zwar keine singulären Werke der Computerkunst nennen kann, welche vergleichbare gesellschaftliche Kontroversen auslösten wie Édouard Manets *Le déjeuner sur l'herbe* (1862-1863) oder Pablo Picassos *Les Femmes d'Alger* (1907), doch zeichne die umfassende Betrachtung der Kritik an der frühen Computer-basierten Kunstform ein in seiner Abneigung wohl einzigartiges Bild, auch wenn diese größtenteils von Kunstkritiker\_innen fern jedem technischen Verständnis und Objektivität zustande kam. Weitere Gründe für diese Wahrnehmung sieht Taylor (2014, S. 3ff) auf mehreren Ebenen. Der multidisziplinäre Charakter mit Einflüssen aus Kunst, Wissenschaft und Technologie sowie die innerhalb der Disziplin stark fragmentierte Wesensart, die von visuellen, audiovisuellen, choreographischen, literarischen bis Musik- und Klangbasierten Ausformungen reicht, lässt eine Einordnung, Definition und Beschreibung aus vielen mitunter sehr konträren Perspektiven zu. Die Internationalität der Bewegung und das Fehlen einer Kerngruppe, welche den Zusammenhalt durch die Ausformulierung einer gemeinsamen Position fördern könnte, tat dem Auseinanderdriften der Bewegung ein Gleiches. Auch an der stark ausdifferenzierten Gruppe von Personen die über Computerkunst schrieben mag er seine Begründungen festmachen. So waren es

- Kunsthistoriker\_innen, die diese neue Strömung in einen größeren Kunstkontext einzuordnen versuchten,
- Kunstkritiker\_innen, die den ästhetischen und intellektuellen Wert der Arbeiten behandelten und
- die techniknahen Befürworter\_innen, die öffentliche Euphorie erzeugten,

die öffentlich ihre Meinung zu Computerkunst kundtaten. Zu den ersten, die sich über diese neue Kunstschiene äußerten gehörten Wissenschaftler\_innen und Ingenieur\_innen, also disziplinnaher Ausübende, die mit großem Enthusiasmus, jedoch eingeschränktem kunstgeschichtlichen Wissen über Computerkunst schrieben. Sie sahen den Einzug des Computers als natürliche Entwicklung, wonach dieser vor dem Hintergrund der Entwicklung der Künstlichen Intelligenz allmählich sämtliche menschlichen Fähigkeiten in sich vereinen würde. Sie können der letzten Gruppe zugeordnet werden. Zweite Gruppe war es, deren Kritik um einiges härter ausfiel. Sie bezeichneten vor allem frühe bildnerisch-statische Werke (wie z. B. die Computergrafiken von Nakaguchi, Nees und Noll) als ästhetisch inkonsequent, kalt und klinisch. Diese Kritik ließe sich jedoch leicht entkräften, da sie sich augenscheinlich

nur am Medium festmacht: Sehr ähnlichen ästhetischen Ausdrucksformen bediente sich nämlich zur gleichen Zeit die *conceptual art*. Reduziert auf den spektakulären Charakter der neuen Technologie, schien diese ungeeignet für jegliche Art der Kunstproduktion. Die Angst vor negativen Einflüssen auf das traditionelle Kunstverständnis u. a. der Entmenschlichung von Kunst schienen damals immanent und können nach Taylor (2014, S. 15) in humanistischen Tendenzen der 60er-Jahre begründet werden.

Eine andere Tendenz macht Taylor (2014, S. 106) in den 70er-Jahren aus, wo sich Kunstkritiker\_innen und Wissenschaftler\_innen gleichermaßen über die Computerkunst echauffieren. Boten somit für Kritiker\_innen der Fokus auf Abstraktion und naturwissenschaftliche Phänomene keine adäquaten Fragen für die ästhetische Auseinandersetzung, konnte die Wissenschaft mit den Motiven von Künstler\_innen nur wenig anfangen. Durch eine andere Entwicklung kam es auch innerhalb der Computerkunst-Szene zu Rivalitäten (vgl. Taylor 2014, S. 21f): Durch das Wegfallen von Programmierkenntnissen als Voraussetzung für die Beschäftigung mit dem Computer in den 80er-Jahren experimentierten immer mehr klassische Künstler\_innen mit dem PC. Zwei Gruppen beanspruchten den Computer für sich in ihrer Kunstpraxis: Einerseits die programmierenden Purist\_innen, die sich der algorithmischen Natur der Maschine verschrieben hatten, andererseits die Software-Benutzer\_innen für die der Computer mehr Werkzeug als Reflexionsmedium war. So kam es, dass sich in der Computerkunstszene ein Spannungsfeld auftat, innerhalb dessen vermeintlich alte Diskussionen neu aufgerollt wurden. Vor dem Hintergrund eines Geist-Körper-Dualismus stellte sich die erste Gruppe auf eine analytisch-rationale Basis, die andere auf eine Rückbesinnung auf alte traditionelle Standards wie Intuition und Handwerk.

Ende der 80er-Jahre wurde auf der Basis eines postmodernen Kritikdiskurses Computerkunst erstmals in Beziehung zu den Theorien von Walter Benjamin, Michel Foucault, Jacques Derrida, Roland Barthes und Jean Baudrillard diskutiert. Postmoderne Kritiker\_innen sahen in der naiven, Technik bezogenen Haltung, die frei von jeglicher antiautoritären oder politischen Tendenz war, das grundsätzliche Problem, weshalb sie sich Computerkunst nicht hatte etablieren können. Postmoderne Kritik und *critical theory* sollten nach Taylor (2014, S. 23) die Basis für eine Kunstgattung sein, die ab diesem Zeitpunkt unter den Namen *generative art*, *algorithmic art*, *random art*, *software art* oder *system art* geführt wird.

### 3.4 Zusammenfassung

Die Maschine in der Kunst hat eine bewegte Geschichte durchlaufen, geprägt von Disziplinen, die für viele kaum unvereinbarer sein mögen: Kunst und Technologie. Diese zwei Bereiche erlebten im vergangenen Jahrhundert Ent-

wicklungssprünge, die in ihren gesellschaftlichen Auswirkungen kaum weitreichender sein können und in Kombination Fundamentales radikal in Frage stellen.

Mit der Hinwendung zur Maschine stellten Künstler und Künstlerinnen – wissentlich oder unwissentlich – eine Vielzahl teils dogmatisch vertretener Standpunkte in Frage. Waren vor der Avantgarde noch individuelle Handschrift und handwerkliches Können Attribute, die Kunst von Nicht-Kunst bzw. Künstler\_innen von Laien unterschied, begann diese Auffassung mit Anfang des 20. Jahrhunderts aufgrund von gesellschaftlichen Umschwüngen und künstlerischen Erneuerungshaltungen zu wanken. Besonders die Infragestellung der klassischen Kunstbegriffe wie Autor\_innenschaft, Werk und Produktion durch Vordenker wie Marcel Duchamp oder Bewegungen wie dem Surrealismus und Dadaismus trugen das ihrige dazu bei. Futurismus und Konstruktivismus waren weitere Kunstströmungen, die durch die Annäherung an Technologie und Industrialisierung den Kunstbegriff neu zu definieren trachteten.

Infolge dessen wurden Maschinen sowohl Werkzeuge der Produktion, genauer der Kunstproduktion, als auch Reflexionsbasis für philosophisch-theoretische Gesellschaftsfragen. Dabei ging es vordergründig nicht um die Einsparung menschlicher Arbeitskraft, wie die Maschine in einem produktionsökonomischen Verhältnis gesehen wurde, sondern um die Verhandlung der Rolle der Maschine und des/der Erbauers/in sowie die zeitgemäße Reaktion auf soziale und technisch-ökologische Verhältnisse.

Die provokante Forderung, der Maschine einen intentionalen Charakter zuzuweisen, trat in Konflikt mit anfangs sehr traditionellen Vorstellungen vom künstlerischen Handwerk, das Werke von authentischer Qualität hervorbrachte. Wie sich zeigte, führten im letzten Jahrhundert jedoch eine Vielzahl von künstlerischen und technologischen Einflüssen zur Aufweichung dieser Dogmen, ohne die heute eine Diskussion über Maschinen in der Kunst nicht möglich wäre. Die Entfernung vom klassischen Künstler\_innenbegriff und vom Handwerk sowie die Erforschung der Maschine auf unterschiedlichen Reflexionsebenen können hierbei genannt werden.

Wie die kurze Einführung in die Geschichte der Maschinen in der Kunstpraxis veranschaulicht, können deren künstlerische Momente vielgestaltig sein, welche nicht immer an eine materielle Gestalt gebunden, jedoch unzertrennlich mit deren eigenen Physis verschmolzen sind. Werke, die im Zusammenhang mit Maschinen entstehen, reichen somit von Malereien, Grafiken über Skulpturen bis zu (interaktiver) Performances. Das nächste Kapitel beschäftigt sich nun mit einer speziellen Maschine, die sich sowohl durch ihren Akt als auch durch das von ihr hervorgebrachte Produkt hervorhebt: die zeichnende Maschine.

## Kapitel 4

# Die zeichnende Maschine

Die Zeichenmaschine ist in dieser Arbeit eine im künstlerischen Prozess eingesetzte technische Apparatur, deren Akt das Zeichnen und deren Produkt die Zeichnung ist. Sie wird anhand ausgewählter Beispiele im Zuge dieses Kapitels untersucht, und es wird aufgezeigt, dass sie neben der Zeichnung auch andere Werke hervorbringen kann, was ihre spezielle Stellung im Kunstkontext erklärbar macht. Auf der Grundlage der Diskussion von Werk- und Autor\_innenbegriff im Spannungsfeld von Mensch und Maschine aus dem Kapitel 3 sollen darüber hinaus, die Potentiale ausgewählter zeichnender Maschinen zur erweiterten Hinterfragung dieser Kategorien aufgezeigt werden. Das soll – passend zu deren multidisziplinärem Charakter – einerseits in der detaillierten technischen Betrachtung der Maschinen als auch andererseits in der (kunst)geschichtlichen Erfassung ihrer Entstehungs- und Wirkungszeit erfolgen. Fragen die dabei beantwortet werden sind u. a.: Was waren die künstlerischen Beweggründe für den Bau oder die Appropriation der zeichnenden Maschine? Was sucht Mensch in der zeichnenden Maschine bzw. was kann diese ihm hinzufügen? Was macht sie besser/anders? Was ist die Position des/der Künstlers/in in diesem Prozess? Und wie verhalten sich diese im kunsthistorischen Diskurs?

### 4.1 Die Zeichnung

*The line has in itself neither matter nor substance and may rather be called an imaginary idea than a real object*

– Leonardo da Vinci, in Definition of the Nature of The Line

Bei Betrachtung der zeichnenden Maschine ist es deren Endprodukt, das sie von einer generellen Kunstproduzierenden Maschine unterscheidet: die Zeichnung. Sie kann als eine mittels farbaufragendem Werkzeug auf eine farbaufnehmende Fläche gestaltetes Werk aus Linien und Punkten definiert werden.

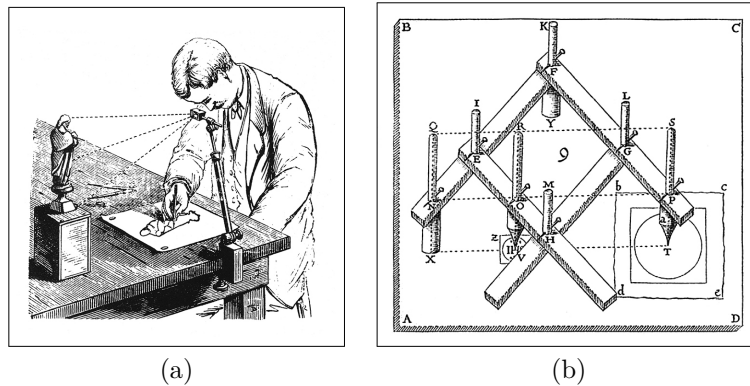
Diese beiden Begriffe haben eine lange Geschichte, die bis zu den vor ca. 40 000 Jahre entstandenen Höhlenmalereien zurückreicht und Zeichnungen sind seit jeher Mittel der nicht-sprachlichen zwischenmenschlichen Kommunikation. Verankert im Kanon eines traditionellen Kunstverständnisses bezeichnet Koschatzky (1977, S. 21) die Zeichnung dabei als “unverfälschbare und lesbare Äußerung des Individuums; um so [sic!] deutlicher und klarer (weil entschiedener), je stärker die Künstlerpersönlichkeit ist.“ Ferner unterscheidet Koschatzky (1977, S. 11) die Zeichnung als Teil der bildenden Künste von der Malerei dadurch, dass sie die Kontur und nicht die Fläche als Darstellungsattribut gebraucht und die Herstellung vergleichsweise schnell und einfach erfolgen kann. Genau darin sieht der Autor das Problem, dass die Zeichnung mitunter als minderwertig und zur künstlerischen Vorstufe eines vollendeten (malerischen oder bildhauerischen) Werks degradiert, wobei er gerade in der Unmittelbarkeit der Zeichnung deren eigentliche Qualität sieht. Die Zeichnung kann für ihn in weiterer Folge sowohl Vorläuferfunktion, als Skizze, Entwurf, Werkzeichnung oder Studie, als auch einen autonomen Kunstwerkcharakter haben.

Im modernen Kunstverständnis ab dem 20. Jahrhundert wurde der Begriff der Zeichnung grundlegend verändert. Abstrakte Tendenzen führten zur Abwendung vom klassischen Landschafts- und Portraitmotiv, in konstruktivistischen und futuristischen Strömungen erfolgte die Hinwendung zur geometrischen Form. Die Künstler\_innenbewegung der Surrealisten – allen voran André Breton – entfernte sich vom allzu geplanten Zeichensetting indem sie mit ihrem *automatischen Zeichnen/dessin automatique* einen möglichst unbewussten und autonomen künstlerischen Ausdruck erzielen wollten, damit durch die Abwendung von einer Vorlage durch zufälliges Zeichnen Unterbewusstes hochkommen sollte. Bewegungen der 60er-Jahre wie *Conceptual Art* oder Fluxus propagierten die Negierung des materiellen zugunsten des immateriellen Kunstwerks und diese Konzepte in Form von Handlungsanweisungen und Performances verlangten nach einer Art der Dokumentation, in Folge dessen u. a. Aufbauskizzen von Sol LeWitt zu Kunstwerken avancierten. Ebenso kam es im Fluxus zu einer Lösung vom klassischen zeichnerischen Setting, indem z. B. LaMonte Young seine Arbeit als Handlungsanweisung titulierte: *Draw a straight line and follow it*. Butler und Zegher (2010, S. 68) führen die Entwicklung noch weiter indem sie versuchen Strömungen ab den 1960ern auszumachen, in denen sich Künstler\_innen der Linie bemächtigen um sie als Linien-basierte Skulpturen in die dritte Dimension zu erheben. Obwohl es für Zeichenmaschinen derartige Beispiele gibt (siehe z. B. der 3D-Zeichenstift *3doodler*<sup>1</sup> oder der Industrieroboter *mataerial*<sup>2</sup>) wird für diese Arbeit nur das zweidimensionale Zeichnen betrachtet.

---

<sup>1</sup><http://the3doodler.com>

<sup>2</sup><http://www.mataerial.com/>



**Abbildung 4.1:** Die *Camera Lucida*, ca. 1850 (a), ein optischer Zeichenbehelf mithilfe dem der/die Zeichnende das Motiv als Scheinbild am Papier sieht und einfach nachzeichnen kann und der *Pantograph*, 1608 (b) von Christoph Scheiner, ein mechanisches Instrument zum maßstäblichen vergrößern und verkleinern von Zeichnungen (drawingmachines.org 2015)

## 4.2 Definition und Begriffsabgrenzung

Pablo Garcia, ein amerikanischer Architekt und Designer, unternahm einen Versuch der Einordnung des Terminus der Zeichenmaschine. Auf seiner Webseite *DrawingMachines.org* präsentiert er eine Sammlung von optischen, mechanischen und automatischen Zeichenmaschinen/-geräten und -werkzeugen. Beginnend im Jahr 1525 mit Dürers Zeichenraster beinhaltet die Zusammenstellung u. a. Skizzen und Beschreibungen der Camera Lucida, der Camera Obscura, dem Pantograph (siehe Abbildungen 4.1) und neuen Entwicklungen wie dem einst beliebten Zeichenbrett *Etch-a-Sketch*. Seine weitgefassete Definition der Zeichenmaschine beinhaltet neben mathematisch-geometrischen Geräten, optische Projektions- und mechanische Übertragungsapparate, die ausschließlich manuell bedient werden. Sie wurden entwickelt um die wissenschaftliche und künstlerische Arbeit zu unterstützen, beruhen jedoch nicht auf einem Automatismus.

Was sind jetzt nun im Kontext dieser Arbeit Zeichenmaschinen? Im Gegensatz zu Garcias Auswahl, werden die künstlerische Intention des/der Entwicklers/in, als auch ein gewisser autonomer Charakter als maßgeblich für die hier vorgenommene Definition herangezogen. Mit der Einschränkung auf Zeichenmaschinen als Teil künstlerischer Praxis verdichtet sich das Feld dahin, dass strikte design-basierte Zugänge, wie beispielsweise der Roboterarm im Projekt *Maschinen malen Möbel* von *studio milz*<sup>3</sup>, die sich der Apparatur zur Formfindung und aus praktisch-gestalterischen Gründen bedienen, wegfallen. Um die Auswahl noch weiter einzugrenzen, werden zwei Merk-

<sup>3</sup><http://milz.it/projects/d3/d3.html>

male als signifikant genannt: Die gezeichnete Linie/der gezeichnete Punkt sowie ein elektromechanischer Automatismus.



### 4.3 Jean Tinguely, Kinetik und Interaktion

*Es bewegt sich alles, Stillstand gibt es nicht.*

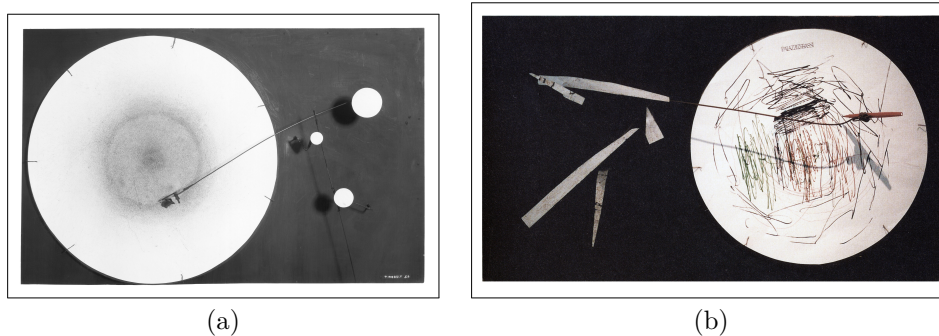
– Jean Tinguely, in seinem Manifest Für Statik

Jean Tinguely, geboren 1925, verbrachte seine Jugend im schweizerischen Basel, wo er eine Lehre als Dekorateur machte und Kurse an der Allgemeinen Gewerbeschule besuchte. Im Jahre 1953 zog er mit seiner damaligen Frau Eva Aeppli in ein Künstlerkollektiv in Paris, wo er seine ersten kinetischen Arbeiten konstruierte; filigrane Drahtskulpturen (von ihm später *Moulins à prière* (*Gebetsmühlen*) genannt), die entweder manuell oder über einen Elektromotor in Bewegung versetzt wurden. Später erweiterte er diese um noch um farbige geometrische Tafeln, die Rückschlüsse auf einen Einfluss von Piet Mondrian zulassen. Eine andere Werkgruppe die ihn bis zum Ende der 50er beschäftigen sollte, waren die *Reliefs Méta-mécanique*, leinwandartige Holzkasten, auf deren monochromer Oberfläche sich einfarbige rechteckige, quadratische und kreisrunde Metallobjekte bewegten. Die ästhetische Anlehnung an suprematistische und expressionistische Werke drückt sich in der späteren Benennung dieser als *Méta-Kandinsky* bzw. *Méta-Malevitch* aus. (Vgl. Hultén 1972, S. 6ff)

Im April 1955 wurden in der damals bedeutendsten Avantgarde-Galerie *Denise René* erstmals zwei von Tinguelys Zeichenmaschinen der Öffentlichkeit präsentiert. Die erste Kategorie seiner zeichnenden Maschinen, die *Machines à dessiner*, waren Teil der Ausstellung *Le mouvement*, bei der auch Duchamp, Calder, Vasarely, Agam, Soto und Bury ihre kinetischen Arbeiten zeigten. Es war die erste ihrer Art in Paris seit Ende des Krieges bei der Werke außerhalb traditioneller Werkkategorien wie Malerei und Bildhauerei gezeigt wurden und erregte daher großes Aufsehen. (Vgl. Hultén 1972, S. 28) Nach Hultén (vgl. 1972, S. 35) lag es auch daran, dass sie eine Gegenposition zu der vielfach pessimistischen Kunst der damaligen Zeit darstellte: Sie zeigte eine andere Form der Moderne, „die dynamisch, konstruktiv, voller Freude, absichtlich verwirrend, ironisch, kritisch, scherzhaft und aggressiv war“. Im Wissen über die Ernsthaftigkeit mit der zu dieser Zeit in Paris Kunst diskutiert wurde, distanzierte sich Denise René im Ausstellungsheft folgendermaßen: „Les idées ici exprimées n’engagent que leur auteur (’Der Urheber ist allein verantwortlich für hier dargestellte Ideen’).“

Insgesamt baute Tinguely drei *Machine à dessiner*, von denen *No.1* und *No.2* bei Denise René ausgestellt wurden (siehe Abbildung 4.2). Von einem Kunstmagazin als „Robot créant dessins et musique concrète“ bezeichnet, schufen sie neben Linien auf Papier auch *konkrete* Musik. Wurden diese ersten noch als Konglomerat wahrgenommen, sollte Tinguely später eigenständige Werkgruppen für Klangmaschinen (z. B. *Relief Méta-mécanique sonore I*) entwickeln. (Vgl. Hultén 1972, S. 30)

Die *Machines à dessiner* bestehen aus ca. 55 x 106 cm großen schwarz



**Abbildung 4.2:** Die *Machine à dessiner No.1*, 1955 (a) (ResoNance 2015) und *Machine à dessiner No.2*, (beide ca. 55 x 106 x 33 cm), 1955 (b) (Violand-Hobi 1995, S. 25).

bemalten Holzboxen, auf denen sich eine Drehscheibe, weiße geometrische Formen sowie ein Zeichenarm befinden. Angetrieben von zwei Elektromotoren, die hinter der Platte angebracht sind, beginnt sich die Scheibe zu drehen und der Arm wild zu gestikulieren. Wird ein Stift am Ende des Arms befestigt und ein kreisrundes Papier auf der Drehscheibe angebracht, entstehen langsam aber stetig verworrene Liniengeflechte auf dem Papier. (Vgl. Hultén 1987, S. 28).

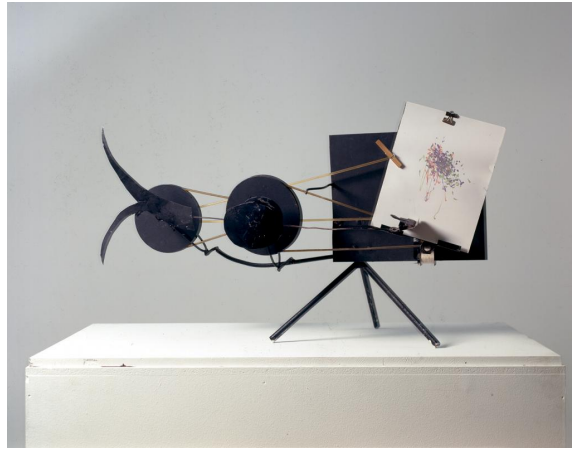
Abhängig von der Dauer der Ausführung und der mechanischen Gestaltung der Maschine entstehen Abstraktionen zwischen zittrige Strichzeichnungen und – in der Hervorhebung des rotierenden Moments der Maschine – kreisförmige Geometrien. Dass dabei nicht nur die von im konstruierte Maschine als Kunstwerk gelten soll, bekräftigte Tinguely, indem er die Zeichnungen in der Galerie *Denise René* neben seinen Maschinen hinter Glas an die Wand hing und ihnen somit impliziten Kunstcharakter zuwies (vgl. Hultén 1972, S. 29). Doch Tinguely vermochte diese Irritation noch zu steigern, indem er die Besucher\_innen dazu aufforderte, seine Maschinen zu bedienen, mit unterschiedlichen Stiften zu bestücken und letztendlich zu entscheiden, wann der Produktionsprozess als abgeschlossen erklärt wird (vgl. MuseumTinguely 2015). Dieses Miteinbeziehen der vormals passiven Rezipient\_innen in der Gestaltung eines physischen Werks war es auch, was ihn von seinen ausstellenden Kollegen unterschied.

In den folgenden Jahren entwickelte Tinguely seine *Relief*-Werkgruppe weiter, indem er sich von der Farbe entfernte und nur noch weiße Elemente vor schwarzem Hintergrund einsetzte. Auch lernte er Yves Klein kennen, von dessen Ideen er sehr inspiriert wurde, u. a. zu einer performativen Arbeit anlässlich der Eröffnung der Düsseldorfer Galerie *Schmela* im Januar 1959. Dabei trugen drei Personen gleichzeitig teilweise sehr widersprüchliche Texte laut vor, welchen sie von einer vor ihnen ablaufenden, von Tinguely konstruierten Rolle ablasen (vgl. Hultén 1972, S. 74). Gleichfalls im Jahr

1959 wandte er sich wieder der zeichnenden Maschine zu. Insgesamt baute er ca. 30 neue Maschinen, die er in einer neuen Werkgruppe, der *Méta-matics*, klassifizierte. Einige dieser zerstörte er bald wieder, jedoch nicht aufgrund ihres Aussehens, sondern weil die von ihnen produzierten Zeichnungen ihm nicht gefielen. Erstmals wurden diese in der Galerie *Iris Clert* im Juli 1959 unter dem Titel „*Méta-matics de Tinguely*“ ausgestellt. Mit den damaligen Konventionen brechend, bewarb er seine Ausstellung in der Art, wie sie sonst nur für Waschmittel oder Restaurants üblich war. So druckte er Werbezettel in Englisch und Französisch, die auf der Straße an Passant\_innen verteilt wurden und engagierte Tafelträger, die große Ankündigungsposter über ihren Köpfen trugen. Um das Interesse noch weiter zu steigern kündigten die Zettel ebenso einen Wettbewerb an, welcher für die schönste *Méta-matic*-Zeichnung 50 000 Francs versprach. In der Jury saßen dabei bekannte Namen der Pariser Kunstszene, u. a. Jean Arp, Francois-Xavier Lalanne, Yves Klein, Henri de la Celle und Pierre Restany. Der Aufwand hatte sich bezahlt gemacht, nachdem diese „super-manifestation-spectacle-exposition“ mindestens 5000 bis 6000 Besucher\_innen angezogen hatte. 4000 Zeichnungen wurden hergestellt und bekannte Persönlichkeiten wie Marcel Duchamp, Tristan Tzara, Man Ray, Hans Hartung und Robert Matta nahmen daran teil. In den Medien und in Kunstkreisen wurden Tinguelys *Méta-matics* gespalten wahrgenommen. Tzara sah endlich ein Ende der Malerei gekommen, vierzig Jahre nach der Geburt der von ihm mitbegründeten Bewegung des Dadaismus. Die Presse sah Bezüge zum Esel von Père Frédé, der mit seinem Schwanz *Sonnenuntergang am adriatischen Meer* malte, andere riefen sogar eine Umfrage zum „Procès de l'automatisme“ (Gerichtsverfahren gegen den Automatismus) aus. (Vgl. Hultén 1972, S. 91ff)

Tinguely fertigte seine *Méta-matics* in unterschiedlichen Ausführungen an. Die Mehrzahl sind stehende dreibeinige Strukturen, die in horizontaler Richtung eine Konstruktion besitzen, an der sich Energie übertragende sowie dekorative kreisförmige und sichelartige Elemente befinden (siehe Abbildung 4.3). Hauptmaterialien sind Metallgestänge, Holzräder, Draht und Gummiriemen. Durch einen Elektromotor oder per Hand betrieben bewegte sich, wie schon bei den *Machines à dessiner*, ein Arm mit einem Stift am Ende, der das eingespannte Papier bemalte. Waren viele dieser Apparaturen nicht höher als 90 cm, fällt die *Méta-matic No. 12 (Le grand Charles)* mit zwei Metern Höhe und einer Papierrolle, die eine kontinuierliches Zeichnen zulässt, aus der Reihe.

Eine weitere Besonderheit stellten manuell bedienbare, tragbare Zeichenmaschinen dar, wobei das Gerät mit der einen Hand gehalten und mit der anderen die Kurbel betätigt wird. Den Höhepunkt seiner Phase der Zeichenmaschinen erreichte Tinguely mit *Méta-matic No. 17* (siehe Abbildung 4.4). Die für die erste Pariser Biennale konstruierte *No. 17* war mit einem kleinen Benzinmotor und Rollen ausgestattet, konnte sich also während des Zeichenakts bewegen. Gezeichnet wurde wie bei *Le grand Charles* auf einem

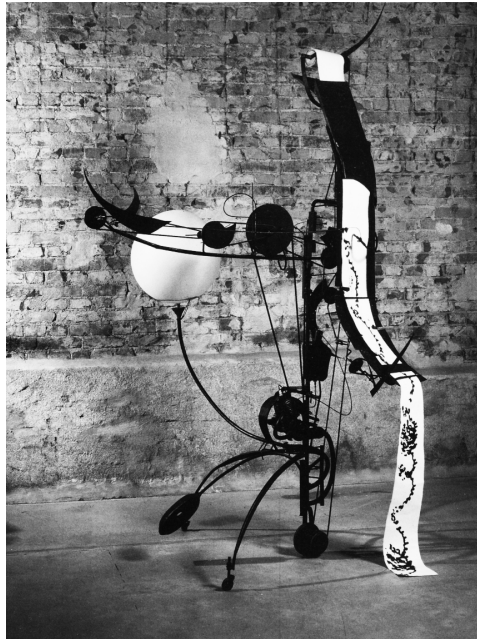


**Abbildung 4.3:** *Méta-matic No. 6*, (50 x 70 x 30 cm), 1959 (Fath 2002b, S. 67).

langen Papierstreifen, der hier jedoch laufend abgeschnitten wurde, um die Zeichnungen mit einem eingebauten Ventilator in Richtung Betrachter\_in zu blasen. Um die Maschine Innenraum tauglich zu machen, wurden die Abgase des Benzinmotors in einem großen, an der Struktur befestigten Ballon gesammelt, der sich langsam aufblähte. Etwaigem austretendem Geruch wurde mit Maiglöckchenparfum entgegengewirkt, welches über einen besonderen Mechanismus verteilt wurde. (Vgl. Hultén 1972, S. 96f)

Den Abschluss von Tinguelys *Méta-matic*-Phase machte sein Vortrag *Art, machines and motion, a lecture by Tinguely* am Institute of Contemporary Arts (ICA) in London. Nach Tinguelys Vortrag begann der eigentliche Teil des Abends, in dessen Mittelpunkt die *Méta-matic No. 18* stand. Es war eine mit Sattel, Pedalen und einer langen Papierrolle ausgestattete Zeichenmaschine. Zwei Rennradfahrer traten nacheinander in einem inszenierten Wettbewerb um die schnellste eineinhalb-Kilometer-Zeichnung an. Tinguely steigerte das Erlebnis des *Cyclo-Matic-Evening* noch, indem er das bemalte Papierband direkt in Richtung des Publikums schleudern ließ. (Vgl. Hultén 1987, S. 66)

Tinguelys letzte Zeichenmaschine ist der 1960 entwickelte *Cyclograveur*. Sie wurde nach einem feierlich-ausschweifenden Umzug durch Paris gemeinsam mit anderen neuartigen großformatigen Plastiken in der *Galerie des 4 Saisons* gezeigt. Gebaut aus Metallschrott, wie rostenden Eisenrohren und alten Fahrradteilen, haftete allen eine provisorische Wesensart an. Sie hatten klingende Namen wie *Marilyn*, *Gismo* und *La Tour* (Der Turm) und stellten auf unterschiedliche Art und Weise Produktions- und Zerstörungsprozesse dar. So war neben einer Skulpturen bildenden auch eine ebendiese zersägende ausgestellt. Sein *Cyclograveur* wiederum bietet Interpretationsspielraum



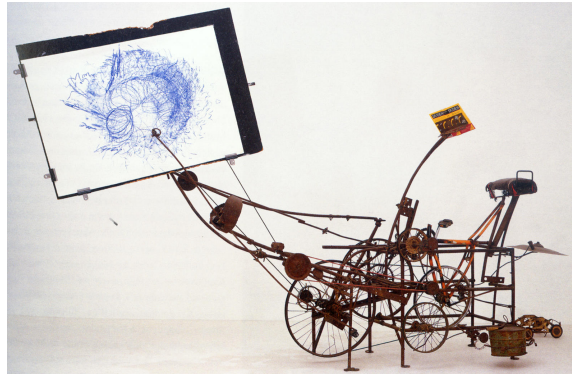
**Abbildung 4.4:** *Méta-matic No. 17*, (330 x 190 cm), 1959 (PBA 2015, leicht bearbeitet).

sowohl für konstruktive als auch destruktive Elemente. Angetrieben durch einen Tretmechanismus schlug und kratzte ein an einem Ausleger befestigter Nagel an einer vertikalen befestigten Platte. (Vgl. Hultén 1987, S. 70) Neben dem namensgebenden Graviervorgang kann in dieser Geste auch eine zerstörerische Absicht gesehen werden. Interessant ist die Wandlung dieser Maschine: Auf aktuellen Bildern des ausgestellten *Cylcographeur* ist das zerstörerische Element nicht mehr vorhanden, da der Apparat nunmehr mit Papier und Stift ausgestattet worden ist (siehe Abbildung 4.5).

Im Jahre 1960 hatte Tinguely seine erste Einzelausstellung in einem Museum (*Haus Lange* Krefeld) sowie seine erste Show in der *Staempfli Gallery* in New York. In den 1960er-Jahren schloss er sich der Bewegung des *Nouveau Réalisme* an, der er gemeinsam mit u. a. Yves Klein, Daniel Spoerri, Niki de Saint Phalle und Christo bis zu deren Auflösung in 1970 angehörte. Bis zu seinem Tod 1991 erweiterte er sein Œuvre noch um monumentale Plastiken und Aktionen, der zeichnenden Maschine wendete er sich jedoch nicht wieder zu.

#### 4.3.1 Maschine

Tinguely schreibt über die Maschine: “For me the machine is first and foremost an instrument that allows me to be poetic. If we respect machines and enter into their spirit, we may be able to make a joyful machine, and by



**Abbildung 4.5:** *Cyclograaveur*, (180 x 400 x 120 cm), 1960 (PBA 2015).

'joyful' I mean 'free'. Isn't that a fantastic idea?" (Vgl. Hultén 1987, S. 56)

Einem Verhältnis auf Augenhöhe gleich, konstruierte er diese so, dass sie eine gewisse Freiheit und Eigenständigkeit besaßen und die von ihm gewünschte Poesie entfalten konnten. Dieses Ziel erreicht er u. a. durch die offene Konstruktion seiner Maschinen, welche sowohl geistige wie auch eine physische Andockung erlaubten.

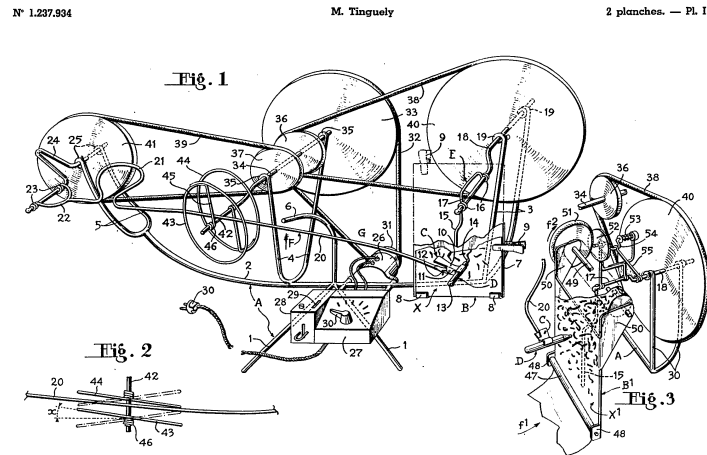
Dieser Grundidee findet sich in allen seinen Werken, doch gleichen sich Tinguelys Zeichenmaschinen außerhalb ihrer Subkategorien nur in geringem Maße. Sind die *Machines à dessiner* in Anlehnung an die Werkgruppe der *Relief méta-mécanique* noch bild-/leinwandhaftig und wandgebunden, sind die späteren *Méta-matics* freistehend, insektenhaftig und der *cyclograaveur*, wuchtig und Industriemaschinen gleich. Die Art zur Bildproduktion verband sie jedoch alle: Ausgehend von einer rotierenden Bewegung – angestoßen entweder von Hand oder mit einem Motor – wird diese Kraft über Räder, Achsen, Zahnräder und Keil- oder Gummiriemen schlussendlich an den Arm übertragen, an dem das Zeichenutensil befestigt ist. Die entstandenen Zeichnungen sind nicht nur durch die Beweglichkeit dieses Arms bedingt, sondern in besonderem Maße auch von der Ausführung der Gesamtkonstruktion. Die Lagerung der Räder ist meist schlampig angebracht und eiert, Übertragungsstreben sind verbogen und die Zahnräder sind so konstruiert, dass sie nicht sauber und leicht ablaufen, sondern ab und zu Zähne übersprungen werden, sich verhaken, um dann plötzlich wieder anzulaufen. Bewegungen, die nach der Lehre der Mechanik theoretisch genau berechenbar sind, werden durch den bewussten Einbau von mechanischem Chaos unvorhersehbar, was in weiterer Folge auch für die dadurch produzierten Bildern gilt. Diese Herangehensweise lässt die Diskrepanz zur industriellen Maschine augenscheinlich werden. Hier treffen die präzise und effektive Reproduktion letzterer auf die Unberechenbarkeit und Zufälligkeit von Tinguelys Maschinen. Auch vom Aussehen her sind deutliche Unterschiede auszumachen. So wirken Tinguelys

Zeichenmaschinen trotz ihres Grundmaterials Eisen fragil und dilettantisch zusammengeschustert, in ihrer Ausführung hölzern und umständlich (vgl. Buderer 2002, S. 62). Mit dieser Untergrabung der eigentlichen Funktion und der Physis der Maschine reagierte Tinguely auf den Wirtschaftsboom der fünfziger Jahre und die damit einhergehende verstärkte Automatisierung und Technikverherrlichung. Den Perfektionsanspruch der Technik ironisierend, stellt er ihr eine spielerische, nutzlos und absurde Gegenwelt entgegen (vgl. Fath 2002a, S. 18). Mit der Benennung dieser als „anti-machines“ möchte Hultén (1987, S. 34) deren Unvollkommenheit als Reflexionsperspektive gegenüber der Technologie und als Aufforderung zur Einnahme eines erforschenden, technikkritischen Standpunkts verstanden wissen.

Doch die Unvollkommenheit liegt nicht nur in der Ausführung sondern auch im ausgewählten Material begründet. In der Verwendung von Schrott und Altmetall – vorallem beim *Cyclographeur* – kann auch eine kritische Geste gegenüber der modernen Wegwerfgesellschaft gesehen werden (vgl. Herold 2002, S. 43). Tinguelys Antwort vorwegnehmend konstatiert Hultén (Vgl. 1987, S. 70) dazu, dass er sich dem Gebrauchten zuwendet, weil er darin etwas Schönes sieht. Rostiges Metall bietet für Hultén die Möglichkeit den Blick weg von der Schönheit des Abstrakten hin zu den eigentlichen Ideen des Werks zu leiten. Das Material verinnerlicht durch seine Geschichte vom ehemals Nützlichen zum Weggeworfenen mehr als eine in Reinheit geborene abstrakte Form. Durch Tinguelys künstlerische Appropriation schließt er diesen Kreis wieder indem er dem Alten wieder Leben einhaucht.

Die damalige Sicht auf die Maschine weiter dekonstruierend spielte Tinguely ebenfalls mit der Geschlossenheit dieser Systeme. Er positionierte sich dazu: „Das moderne Industriergerät ist nur noch eine Karosserie...es ist nicht mehr das Rad...die neuen Maschinen sind verborgen in einer Karosserie, man kann nicht mehr viel sehen. [...] Diese Maschinen verlieren einfach an Plastizität“ (Vgl. Tinguely 2000, S. 216). Und weiter: „...die moderne Technik ist anonym, allumfassend und diskret geworden. Letzteres auch, indem sie das Rad und die zirkuläre Bewegung [...] völlig zu verbergen vermag, während meine Plastiken gerade auf diese [sic!] Prinzip, auf Rad und Kreisbewegung, beruhen. Aber weil die Technik geräuschlos geworden ist und sich mit dem Design, mit der glatten Schale und der Stromlinienform maskiert, macht sie uns vergessen, dass wir von ihr beherrscht werden, dass wir in einem technischen Zeitalter leben, das übrigens erst vor drei Generationen erst richtig begonnen hat. Meine Maschinenplastiken sollen diesen Tatbestand wieder ans Licht bringen.“ (Vgl. Tinguely 2000, S. 65ff)

Einen Schritt weiter geht Tinguely indem er zwei seiner *Méta-matics* 1959 zum Patent anmeldet. Eine Entscheidung, die sowohl eine ernsthafte, sein Urheberrecht schützende, als auch eine ironische Seite hatte, da er damit die Bürokratie zur Auseinandersetzung mit seiner Kunst und deren Bewertung anhielt (vgl. Hoffmann 2007, S. 31). Es war also nicht mehr nur die Kunstszene die sich zu fragen hatten, ob das nun Kunst ist, sondern



**Abbildung 4.6:** Teil der Patentanmeldung zweier *Méta-matic*-Zeichenmaschinen, 1960 (INPI 2015).

ebenso die Industrie, ob es sich um eine Erfindung handelte. In diesem Vordringen in den Bereich der industriellen Produktion sieht Lütgens (2000, S. 23) eine “Geste der Versöhnung des Wunderbaren mit dem Nützlichen und darüber hinaus eine dadaistische Aktion erster Güte.“ Tatsächlich war Tinguely seit den 50ern mit Duchamp gut befreundet und wurde vom Dada, speziell Duchamps Einbezug von Zufall und Ironie maßgeblich beeinflusst. Duchamp sagte über Tinguely (Violand-Hobi 1995, S. 42): “I feel with him a closeness and a rapport that I have felt with few artists. He has that great thing, a sense of humour—something I have been preaching for artists all my life.“ Tinguely führte weiter aus, dass der Dadaismus für ihn “das Sterile, das schon Gestorbene attackiert“, ihn also in seinem unkonventionellen Herangehen förderte (Tinguely 2000, S. 80). Mit der Bestätigung seines Patents 1960 (siehe Abbildung 4.6) und damit dessen ermöglichten wirtschaftlichen Verwertbarkeit, erscheint eine andere Kritik am Wirtschaftssystem umso paradoxer: Wenn er bei *Méta-matic No. 12* und *No. 17* Endlos-Papierrollen einsetzt, wird dadurch die Möglichkeit einer Kunst vom Fließband – ähnlich Pinot-Gallizio (siehe Kapitel 3) suggeriert. *No. 18* erweitert diese marktwirtschaftliche Vorstellung noch um Effizienz- und Wettbewerbsgedanken, wenn im Zuge des Cyclo-Matic-Evening eineinhalb Kilometer Papier um die Wette bemalt wurden.

#### 4.3.2 Bewegung und Interaktion

Die Bewegung ist bei Tinguely Werk-konstituierend, denn “Kunst ist Bewegung“ lautet sein Credo (Tinguely 2000, S. 31). Seine Maschinen brauchen die Bewegung, denn “ohne Bewegung ist er ein Nichts. Nehmen Sie



den Motor weg, dann können Sie alles wegwerfen“, sagte er dazu (Tinguely 2000, S. 218). Die Einführung von Bewegung in sein Werk sieht Hultén (1972, S. 7) als Tinguelys fortschrittlichsten Gedanken. In einer Zeit, in der die von Abstraktion geprägte Kunst sich zwischen den spontanen intuitiven Werten des Expressionismus und der geordneten rationalen Methode des Konstruktivismus entscheiden musste, war es ihm zufolge Tinguely, der aus diesem statischen Dualismus mit der Einführung der Bewegung ausbrach. Dabei war es vor allem sein Einsatz des Zufalls, welcher ihn von Calder oder Moholy-Nagy, die sich gleichfalls mit kinetischer Kunst beschäftigten, unterschied. Hultén (1987, S. 16f) spricht hier von einem “chance in action“ als unerschöpfliche Quelle für Neues und Unberechenbares. Diese “Mechanik des Zufalls“ hatte die Möglichkeit immer wieder Unerwartetes zu erzeugen und sich somit zwischen die dogmatischen Wahrheitssuche, welche die Konstruktivisten in der Form, die Expressionisten im individuellen Ausdruck suchten, zu stellen. Das Neue an kinetischer Kunst war für ihn daher, dass das Kunstwerk nicht mehr statisch, sondern in ständiger Veränderung begriffen ist. Im Vergleich mit Calders windbetriebenen Mobiles, die vollkommen frei in ihrer Bewegung zu sein scheinen, sind für ihn bei Tinguely Repetition in Zusammenhang mit Veränderung fundamentale Elemente seines Werks. Grundbedingung für die dauerhaften Transformationen ist für ihn der Einbau von Störfaktoren. (Vgl. Hultén 1987, S. 32f)

“There is no beginning and no end, no past and no future, only everlasting change.“ schreibt Hultén (1987, S. 34) dazu. Mit dem Wegfall einer festgeschriebenen Form eines Werk eröffnet die Kinetik neue Wahrnehmungsdimensionen. Der Bezug auf den Moment, hierbei speziell den auf den der Betrachtung, kommt somit mehr ins Blickfeld. Was denn das Kunstwerk mache, wenn niemand hinschaut fragt Hultén (Vgl. 1987, S. 35) überspitzt dazu und nimmt mit diesem Situationsbezug schon Denkweisen der Happening-Bewegung vorweg.

Neben der physischen Bewegung seiner Werke war ihm auch die geistige Beweglichkeit ein Anliegen. In seinem 1959 verfassten Manifest *Für Statik* fordert er: “Lasst Euch nicht von überlebten Zeitbegriffen beherrschen. Fort mit den Stunden, Sekunden und Minuten. Hört auf, der Vergänglichkeit zu widerstehen. [...] Widersteht den angstvollen Schwächeanfällen, Bewegtes anzuhalten, Augenblicke zu versteinern und Lebendiges zu töten. [...] Atmet tief, lebt im Jetzt, lebt auf und in der Zeit.“ (Hultén 1972, S. 77)

In diesem Sinne kann auch die aktive Einbeziehung von Betrachter\_innen gesehen werden. Somit haben alle Zeichenmaschinen eine interaktive Komponente, welche die Beteiligung einer Person verlangt. Dazu gehörte neben dem Einspannen von Stiften auch das Festlegen des Anfangs- und Endpunktes einer Zeichnung durch Ein- bzw. Ausschalten des zeichnenden Apparats – ein Prozess der je nach gewünschtem Ergebnis auch beliebig wiederholt werden kann. Tinguely dazu: “Das Wichtigste bei meinen Dingen ist die Partizipation des Betrachters, der sie erst in Bewegung versetzt. [...] Da-

mit summiert sich auch die Wirkung, der Betrachter wird integriert in die gesamte Show, da zeigen sich dann Reaktionen, die mit denen einer normalen Ausstellung nicht mehr vergleichbar sind“ (Tinguely 2000, S. 235). Das Spielerische im Menschen ansprechend, evozierten seine Zeichenmaschinen damit sowohl die Hinterfragung des – in zweideutigem Sinne – unberührbaren Werks als auch – in eindeutigem Sinne – des Kunstbegriffes.

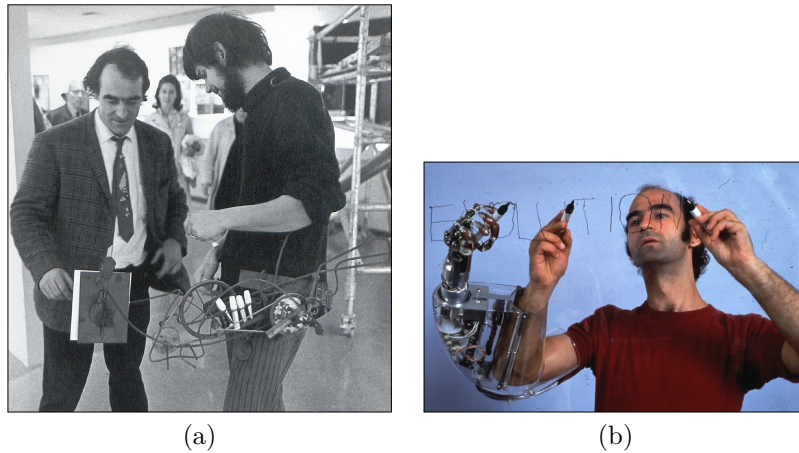
Das Prozesshafte der Zeichenmaschinen besteht hierbei aus zwei Schritten. Erstens die Maschine in Bewegung und zweitens die menschlichen Interaktion. Dohm und Stahlhut (Vgl. 2007, S. 18) sprechen in diesem Zusammenhang vom Werk als “nicht länger in sich geschlossene Einheit“. Es benötigt Betrachter\_innen, welche die Maschine bedienen und in Gang setzen, um diese dadurch erst zu vollendeten Kunstwerken werden zu lassen.

Dieser zweigliedrige performative Akt, in Bewegung und Interaktion begründete künstlerische Moment, der Zeichenmaschine zeigt sich in besonderem Maße bei der tragbaren und handbetriebenen *Méta-matic No. 14*. Einer Prothese gleich wird dabei die Verbindung von Mensch und Maschine demonstriert wie bei keiner anderen Zeichenmaschine Tinguelys. Wie die Arbeit *Handswriting* des Künstlers Stelarc aus dem Jahre 1982 erweitert der Künstler seinen oder den Körper anderer um eine Apparatur, deren Funktion die Ausführung einer gemeinhin menschlichen Handlung ist. Ist der mimetische Akt bei Stelarc das Schreiben von Hand, kritzelt der *Méta-matic No. 14* bei Betätigung der Kurbel Striche auf ein Postkarten-großes Papier. Die Paradoxie dieser Geste der cyborghaften Erweiterung des Menschen durch die partiellen Verschmelzung mit der Maschine erschließt sich jedoch erst in der Betrachtung des Ergebnisses dieser Kollaboration: weder Stelarc's Handschrift noch die *Méta-matic*-Zeichnungen zeugen von maschinellen *Charakterzügen* wie Exaktheit oder Perfektion.

Hultén (1987, S. 56) sieht folglich in Tinguelys Maschinen in besonderem Maße “objects for metaphysical meditation“, die sich einem entscheidenden Thema der damaligen Gesellschaft widmeten: dem der Beziehung zwischen Mensch und Maschine. “Selbstkreative Kunstwerke“ hinterfragen das Bild des individuellen Menschen und seiner Ideale. Er spricht ihnen ein harmonisierendes Potential zu, in der die Welt der auf Standardisierung, Rationalität und Effektivität getrimmten Maschine sich der Irrationalität des Menschen angleicht. Dieses zwiespältige Verhältnis, geprägt von der Angst vor der übermächtigen Maschine, wird mit seinen Maschinen zusätzlich aufgeweicht, indem die oppositionelle in eine kollaborative Haltung umgewandelt wird. Die Maschine und der Mensch produzieren gemeinsam ein “irrationales, zweckfreies Produkt“. (Vgl. Hultén 1972, S. 82)

#### 4.3.3 Zeichnung und Zeichnen

Tinguelys Zeichenmaschinen sind in seinem Œuvre einzigartig, weil sie etwas Materielles produzieren, das gleichzeitig auch künstlerische Qualitäten

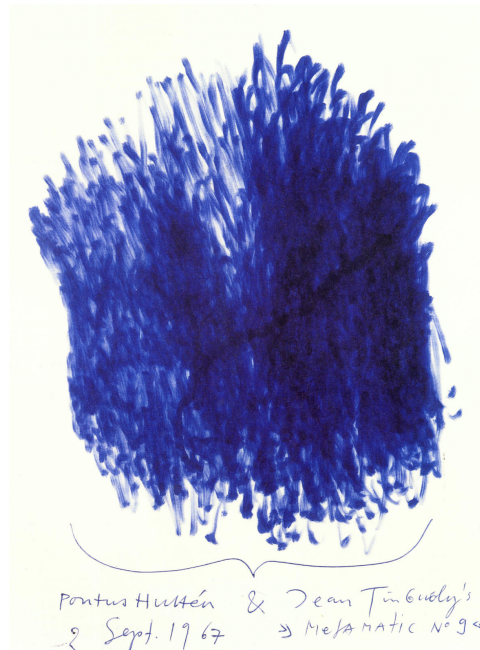


**Abbildung 4.7:** Jean Tinguely und Rico Weber mit der *Méta-matic No.15*, 1968 (a) (Tinguely 2000, S. 21) und Stelarc's *Handwriting*, 1982 (b) (Stelarc 2015, S. 25).

aufweist. Während die Vorzüge seiner anderen Maschinen in der Erzeugung von Ephemerem, wie Bewegung, sich verändernde Gestalt oder Klang, schafften seine Zeichenmaschinen zusätzlich noch Zeichnungen und nehmen damit darüber hinaus eine besondere Stellung im vorherrschenden Kunstverständnis ein. Die Kunst zur damaligen Zeit war bestimmt von der Auseinandersetzung zwischen abstrakter und darstellender Kunst. Dazu kam noch die Differenzierung des Abstrakten in das Konstruktive und den Tachismus bzw. Informell (vgl. Hultén 1972, S. 28ff). Die von ihnen produzierten Zeichnungen weisen große Ähnlichkeit mit tachistischen bzw. informellen Bildern auf (siehe Abbildung 4.8). Lütgens (2000, S. 23) schreibt dazu: “Mit der Maschine travestizierte Tinguely die scheinbare Unwillkürlichkeit der informellen Malerei, die wiederum zurückgeht auf die surrealistische Theorie des psychischen Automatismus: Ausschaltung des Intellekts beim Zeichnen, das Unbewusste in eine rein mechanische Bewegung fließen lassen.“ Durch die maschinelle Mimesis gestischer Abstraktion und die Imitation des autorisierenden Farbstrichs des/der Künstlers/in deutet er an, dass scheinbar jeder ein abstraktes Bild malen könne, sogar eine Maschine. Der Maschine wird somit indirekt das Vermögen zur Erreichung eines (individuellen) unbewussten Ausdrucks und der Legitimation der Autorenschaft zugesprochen.

Die Reichweite der Provokation wird jedoch erst durch die von Tinguely gewählte Form der Präsentation erkennbar. Er hat nicht nur die Bilder seiner ersten Ausstellung 1955, sondern auch die 1959 im Zuge des Wettbewerbs für die schönste *Méta-matic*-Zeichnung entstandenen gerahmt an den Wänden der Galerie präsentiert (vgl. Hultén 1972, S. 94).

Sich nicht nur auf die damit getätigte implizite Zuweisung des Kunst-



**Abbildung 4.8:** Zeichnung entstanden in Kooperation von *Méta-matic No. 9*, Pontus Hultén und Jean Tinguely, 1967 (PBA 2015).

charakters verlassend, hat Tinguely die Maschinenzeichnungen zusätzlich signiert. Einen Schritt zurück von der singulären Autorenschaft machte er jedoch indem er teilweise ein Zertifikat an der Rückseite dieser anbrachte: “Malerei ausgeführt von ... in Zusammenarbeit mit Méta-Matic No. ... von Tinguely“ (vgl. Ammann und Mollet 2004). Das Tinguely-Original wurde damit von ihm zugunsten eines kollaborativ entstandenen Werks aufgegeben und somit nicht nur der/die Betrachter\_in auf die gleiche Ebene gehoben sondern ebenso ein egalitäres Verhältnis zwischen Mensch und Maschine in der Kunstproduktion suggeriert.

Umso interessanter wirkt es wenn er im Katalog zu seiner ersten Einzelausstellung 1960 im Haus Lange in Krefeld eine ausführliche Anleitung zur Reproduktion eines *Relief méta-mechanique* publizierte. Es hieß *Maschinenbild 'Haus Lange'*, und Tinguely fügte der Bauanleitung hinzu, dass Besucher\_innen aufgefordert sind, dieses nachzubauen oder nachbauen zu lassen, um es nach einer Prüfung seinerseits, als Originalarbeit von ihm mit seiner Unterschrift zu deklarieren. (Vgl. Hultén 1972, S. 182)

Mit der Idee als Werk-bestimmendes und die Ausführung als vom/von der Künstler\_in gelöstes Konstrukt griff er damit schon vor, was später von Künstler\_innen der *Conceptual Art* aufgegriffen werden sollten (siehe dazu 4.4.1).

Durch die Annäherung mit seinen mechanisch erzeugten Zeichnungen an

den vorherrschenden Stil stellte er dabei allerdings nicht nur die Frage nach dem Produkt, sondern ebenso nach dem Prozess. Der Blick auf das Zeichnen als gemeinhin menschlich-virtuoses Bilderzeugendes Verfahren, ausgeführt von einer maschinellen Apparatur eröffnet in diesem Kontext somit weitere Einsichten. So schreibt (Schröder 1997, S. 206) im gleichen Sinn über das Potential von Alfons Schillings Ende der 60er-Jahre entstandenen sogenannten *Sehmaschinen*:

“Schillings Sehmaschinen sind Organkrücken, aber sie sind es nicht in einem affirmativen Sinn. Sie verbessern oder ersetzen keine Brille. Mit ihnen erzielt man keine teleskopische Wirkung, und sie leisten nicht, was jedes Schulmikroskop zu leisten imstande ist. Und dennoch: Wer zum ersten Mal mit einem Elektronenmikroskop eine scheinbar vollkommen glatte und saubere Fläche betrachtet hat, ermißt [sic!] die Überraschung, die einen überfällt, wenn man mit einem optischen Inversionsapparat von Alfons Schilling die Trümmer eines Steinbruchs ansieht: Man traut seinen Augen nicht. Nichts entspricht den Erwartungen, nichts deckt sich mit den jahrzehntelang eingefahrenen und eingeübten Eindrücken und Empfindungen.“

Sind Schillings *Sehmaschinen* ihm zufolge Apparaturen, um den menschlichen Vorgang des Sehens neu wahrnehmbar zu machen, kann selbiges über das Zeichnen mit Tinguelys Zeichenmaschinen gesagt werden. Beide erweitern den Körper nicht um neue Fähigkeiten, sondern führen Gewöhnliches, aber auf ungewöhnliche Art aus. Indem die Maschine zeichnet und nicht mehr der Mensch bzw. der Mensch mithilfe der Maschine, weist dieser Übergang in besonderem Maße auf den Zeichenvorgang hin. Die Art und Weise, wie Tinguely das Mensch-Kunst-Maschine-Verhältnis thematisiert, stellt somit – durch die Nachahmung einer zeichnerischen Geste mittels des zitternden mechanischen Arms – weniger die Frage der Dominanz des einen über den anderen, als generelle Fragen zu ephemeren, prozesshaften Formen der Kunst, wie Bewegung, Interaktion und Performance.

## 4.4 Stiftplotter, *Wall Drawings*, die Instruktion und der Zufall

*The idea becomes a machine that makes the art.*

– Sol LeWitt, in Paragraphs on Conceptual Art

Die 60er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts sollten für das heutige Kunstverständnis einige tiefgreifende Einschnitte bewirken. So rüttelten Kunstformen, die heute als *Minimal Art*, *Conceptual Art*, *PopArt*, *Fluxus*, *Situationismus*, *Happening* und *Performance*- oder *Time-based-Art* bezeichnet werden, nicht nur am Verständnis was Kunst sein kann, sondern stellten auch die Rolle des/der Künstlers/in und der Betrachter\_innen zur Disposition. Ebenso vermochte das Aufkommen der digitaler Computertechnik sowie deren frühzeitige künstlerische Aneignung die Diskussion über die Legitimation von Maschinen in der Kunstproduktion aufs Neu entfachen. Sol LeWitt, ein Künstler welcher der *Conceptual Art* zugerechnet wird, schuf mit seinen *Wall Drawings* eine Werkserie, deren konzeptioneller Charakter verschiedene Querverbindungen mit damals neuartigen technologischen Entwicklungen zulässt, die in besonderem Maße durch Verwendung der Instruktion und dem Zufall zusammenhängen.

In folgenden Abschnitten wird zunächst LeWitts Konzept der *Wall Drawings* sowie deren kunsthistorische Einbettung kurz besprochen, um dieses anschließend in Kontext mit der damals erstmaligen Adaption digitaler Technologie zur Schaffung von Computer generierten Zeichnungen mittels elektro-mechanischer Apparaturen - sogenannten Plottern - zu stellen. Künstlerpositionen die dabei vorgestellt werden sind die von Georg Nees und Frieder Nake.

### 4.4.1 Sol LeWitts *Wall Drawings*

Sol (Solomon) LeWitt, geboren 1928 in Connecticut, gehörte ab Anfang der 1960er-Jahre einer künstlerischen Bewegung an die vom Kunstphilosophen Richard Wollheim *Minimal Art* genannt wurde (vgl. Buchmann 2007, S. 147ff).

In die Fußstapfen vor u. a. Marcel Duchamp tretend war es die Hinterfragung der Kunst des Modernismus, die ihn mit anderen Künstlern wie Yvonne Rainer, Carl Andre, Donald Judd, Dan Flavin und Robert Morris dazu bewog, Attribute wie die individuelle Handschrift und handwerkliche Fertigkeit des/der Künstlers/in kritisch zu hinterfragen. Besonders die intentionale Geste der Künstler\_innenperson als künstlerischen Ausdruck sahen sie in der Malerei des Abstrakten Expressionismus als einen überholten und austauschbaren Gestus. So wandten sie sich vom Illusionismus der Malerei ab und begannen, minimalistische Skulpturen, die aufgrund ihrer Rohheit an industriell hergestellte Ware erinnerten, in Auftrag zu geben. (Vgl. Michalke

2007, S. 3).

In der Kritik am Modernismus wurde deren Kunst in weiterer Folge als eine der Sinnesempfindungen, reduziert auf das Evozieren von Emotionen bei der Betrachtung, degradiert und KünstlerInnen in den 60er-Jahren reagierte darauf mit der Fokussierung auf die eigentliche Idee auf dem ein Werk basiert. In weiterer Folge kam nicht nur das Medium ansich bzw. dessen (Re)präsentationsqualitäten – welchen im Modernismus eine besondere Rolle bei der Evozierung einer ästhetischen Erfahrung beim/bei der Betrachter\_in zugeschrieben wurde – sondern generell die Frage über die zwingende Objekthaftigkeit der Kunst ins Blickfeld. Es etablierte sich *Antiform* als neuer Begriff um Kunstwerke zu beschreiben, die von gefundenem Material und Abfall bis zu Ungegenständlichem wie Aktionen und Ideen reichte. „Reconsidering the Object of Art“, war somit das Programm, das sich ab Mitte der 60er Künstler\_innen der *Conceptual Art* auf die Fahnen schrieben, bei dem es allem voran um das Loslösen von der Materialität des Kunstobjekts ging. (Vgl. Wood 2002, S. 28ff)

Das Objekt der Kunst sollte demzufolge nicht produziert werden um anschließend – wie bisher – von Akademikern, Kritikern, Historikern, Philosophen analysiert und interpretiert zu werden, sondern diese Bedeutungssaufladung soll in besonderen Maße schon von Künstler\_innen selbst geleistet werden. Die Theorie wurde sozusagen zum Inhalt der künstlerischen Praxis und Fragen der Repräsentation und Wahrnehmung wurden zu Hauptthemen. Was sich mit zunehmender Reifung der *Conceptual Art* immer mehr verdichtete, war die des Konzepts der *Idee* als Kunst. Joseph Kosuth schrieb dazu in seinem Text zur Ausstellung *Non-Anthropomorphic Art*: „the actual work of art are the ideas“. Er war es auch der gemeinsam mit Robert Barry, Douglas Huebler und Lawrence Weiner wenig später anfang, Werke zu produzieren, die sowohl die Umstände hinterfragen, unter denen etwas als Kunst bezeichnet werden kann, als auch was eine Ausstellung ist und was es ist, das ein/e Künstler\_in tut. (Vgl. Wood 2002, S. 34f)

Von dieser Auseinandersetzung zeugen viele künstlerischen Werke, die zu dieser Zeit entstanden, die besonders von Tendenzen der Dematerialisierung des Kunstwerks geprägt waren. So waren es hauptsächlich dokumentarische Artefakte wie Bücher, Kataloge und Plakate, die viele Künstler\_innen heranzogen, um ihrer ephemeren oder ungegenständlichen Konzepten Ausdruck zu verleihen. (Vgl. Buchmann 2007, S. 11ff)

Als wegweisend – nicht nur in der Benennung der Bewegung – sollten sich die Veröffentlichung der beiden Positionspapier *Paragraphs on Conceptual Art* 1967 sowie *Sentences on Conceptual Art* 1969 von Sol LeWitt darstellen. Diese Schriften, sowie der Beginn seiner Serie von *Wall Drawings* ab dem Jahr 1968, sollten seinen Übergang von einer minimalistischen zu einer konzeptuellen Arbeitsweise markieren. (Vgl. Buchmann 2007, S. 147ff)

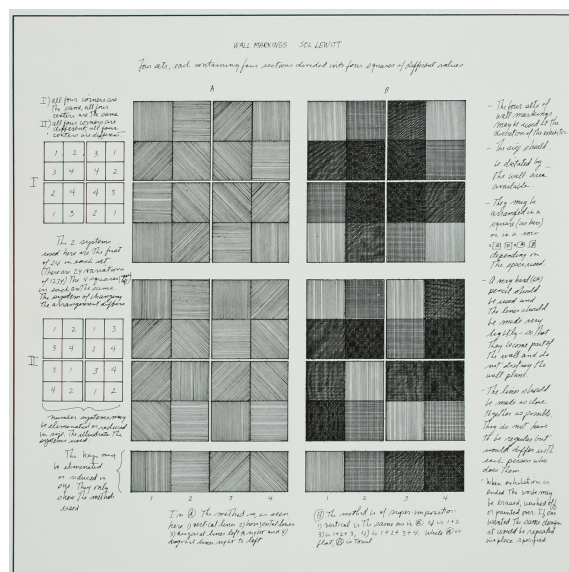
LeWitts *Wall Drawings* ist eine Werkserie von Wandfüllenden Bildern, die auf geschriebenen oder gezeichneten Instruktionen beruht. Sie wurden

als Grafiken in Ausstellungen appliziert und umfassten meist deren gesamten vertikalen Flächen. LeWitt verfasste diese Instruktionen, fertigte die Zeichnungen dann selbst an oder ließ sie von anderen ausführen. Mit der Möglichkeit, dass die Produktion des Werks durch jemand anderen als den Künstler selbst realisiert wird, entfernte er sich vom klassischen handwerklichen Künstler\_innenbild. Für ihn wog der Gedanke mehr als die Ausführung und so schreibt er: "In conceptual art the idea or concept is the most important aspect of the work [...] When an artist uses a conceptual form of art, it means that all of the planning and decisions are made beforehand and the execution is a perfunctory affair" (LeWitt 1967). Die Zeichnungen stellen somit die visuelle Manifestation seiner Ideen dar, deren Umsetzung jedoch nicht zwingend nötig ist. Dahingehend definiert er auch seinen Ideenbegriff in den *Sentences*: "Ideas can be works of art; they are in a chain of development that may eventually find some form. All ideas need not be made physical" (LeWitt 1969). Da es sich bei den *Wall Drawings* um immobile Kunstwerke handelt, müssen sie immer aufs Neue geschaffen werden. Der Ort der Produktion wird gleichzeitig auch zum Ort der Präsentation, das Künstler\_innenatelier verschmilzt mit den Galerie- und Museumsräumen. Sie bestehen dadurch immer nur für die begrenzte Zeit der Ausstellung bzw. danach als dokumentarische Artefakte wie Fotos oder Zertifikaten. Unabhängig von diesen Dokumenten und weitergehend sogar unabhängig von ihrer Realisierung sieht Buchmann (2007, S. 177) die *Wall Drawings* als virtuell existent, nämlich basierend auf den Arbeitsanweisungen als jederzeit ausführbare und aktualisierbare Werke. Folglich erfährt das dahinter liegende Konzept dadurch eine Aufwertung gegenüber der temporären Objekthaftigkeit der Zeichnung. Die Instruktion bildet einen Eckpfeiler dieses Konzepts; oder wie LeWitt die Bedeutsamkeit der Instruktion hervorhebt: "The explicit plan should accompany the finished wall drawing. They are of equal importance" (LeWitt 1971). Jedoch fundierte das Konzept ebenfalls auf der Möglichkeit der Ausführung durch andere Personen und LeWitt machte sich dabei die Potentiale der durch diese Überantwortung entstandenen Freiheit zunutze: "Once the idea of the piece is established in the artist's mind and the final form is decided, the process is carried out blindly. There are many side effects that the artist cannot imagine. These may be used as ideas for new works." (LeWitt 1969)

Er sprach den Ausführenden generell eine gewisse Freiheiten und Unabhängigkeit zu: "The artist must allow various interpretations of his plan. The draftsman perceives the artist's plan, then reorders it to his own experience and understanding. The draftsman may make errors in following the plan without compromising the plan. All wall drawings contain errors, they are part of the work" (LeWitt 1971). Und LeWitt stellt infolgedessen die Zeichnenden auch auf eine Ebene mit ihm: "The artist and the draftsman become collaborators in making the art" (LeWitt 1971).

Die Offenheit seines Ansatzes ist dabei bedingt durch die Konzeption sei-

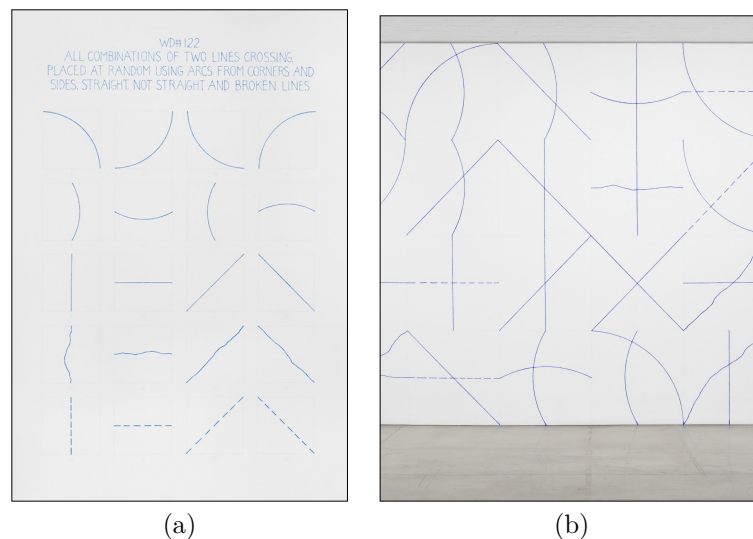




**Abbildung 4.9:** Sol Lewit, Diagramm zu *Wall Markings* (40,6 x 40,6 cm), 1968 (PBA 2015).

ner Instruktionen. Diese basieren zwar auf formalen Systemen, lassen aber trotzdem Raum für Interpretation. Die Instruktionen setzten sich generell aus textuellen Erläuterungen und/oder Diagrammen zusammen, die definieren wie und wo Striche zu platzieren sind. Meist werden Klassen von Zeichenstrukturen (z. B. der Kreisbogen, die gerade oder die wackelige Linie) beschrieben, die dann nach dem vordefinierten Plan oder nach dem Ermessen der Ausführenden in einem festgelegten Raster platziert und auf die Wand aufgetragen werden. Das modulare, serielle und von Überlagerung geprägte System scheint somit in seiner Logik objektiv und in sich abgeschlossen und dadurch frei von subjektiven Interpretationsmöglichkeiten, doch fügt LeWitt dieser Ordnung immer wieder Unsicherheiten hinzu. Zum Beispiel kommentierte er in der Instruktion zu seinem 1968 entstandenen *Wall Markings*: “The lines should be made as close together as possible. They do not have to be regular but would differ with each person who does them.“ (siehe Abbildung 4.9)

Mit den “not-straight lines“ – u. a. im *Wall Drawing #122*, 1972 (siehe Abbildung 4.10) – fügte er dem Vollständigkeitsansatz seiner Konstellationen ein unberechenbares Element hinzu. Ähnlich eines Komponisten arrangiert LeWitt sein Werk so, dass es sich mit jeder Realisierung aufs Neue aktualisiert. Die von LeWitt als Fehler (“error“) bezeichneten Abweichungen fundieren dabei auf der Unschärfe der Begriffe, dem intentionalen Offenlassen sowie der Raum- und Situationsbedingtheit. Die Entscheidungen des Subjekts bekommen durch das Undefinierte in der Angabe eine neue



**Abbildung 4.10:** Sol Lewitt, Diagramm (a) (MousseMagazine 2015) und Ausschnitt der Ausführung seines *Wall Drawing #122*, 1972 (b) (leicht verändert von Gross 2012, S. 118).

Wertigkeit und Intuition und Zufall vermischen sich mit Rationalität und Präzision.

Der systemische Ansatz sowie die Instruktion als Basis lassen einige Bezüge zur damals aufkommenden Computertechnologie erkennen. In gleicher Weise formuliert es LeWitt in den *Paragraphs on Conceptual Art* in Bezug auf die Idee: “The idea becomes a machine that makes the art.” (LeWitt 1967)

Buchmann (2007, S. 49ff) sieht in der Delegierung und der Verlagerung des Produktionsprozesses in den institutionellen Raum der Kunst nicht nur die Appropriation industrieller Serienproduktion, sondern in besonderem Maße das Infragestellen des traditionellen Künstler\_innenbilds als handwerkliche/n Produzenten/in. Mit der zitierten Maschinenmetapher greift er ihr zufolge die Autorzentriertheit an und eröffnet eine wichtige Dimension im Übergang in eine technologiegestützte Informationsgesellschaft.

Ebenso zieht sie die *Wall Drawings* heran, um zu zeigen, “dass hier ein Künstler die bereits im Minimalismus zu beobachtende Kodifizierung von Produktion in seinen konzeptuellen Handlungsanweisungen auf eine Weise verstärkt, die [...] [diese mit] einer technologiegestützten Transformation von Waren- in Zeichen- und Informationsproduktion“ vergleichbar macht (Buchmann 2007, S. 158).

Systemorientiertes Denken sowie die “Übersetzung von Denk-, Rechen- und Arbeitsvorgängen in Algorithmen, d.h. in regelgeleitete Abfolgen von Arbeitsschritten, die eine Maschine eigenständig ausführen kann“ sieht Buch-

mann (2007, S. 104) des Weiteren als Überschneidungspunkte von LeWitts Arbeitsweise mit den zeitgenössischen technologischen Entwicklungen. Besonders seine minimalistischen Arbeitsprinzipien wie “Serialität, Sequentialität und Permutation“ sieht sie noch stets vorhanden (Buchmann 2007, S.176).

Flatley (2001, S. 87) sieht den entscheidenden Moment bei LeWitt in der Gewährleistung der konzeptuellen Kluft zwischen dem totalen System und der physischen Wahrnehmung eines Ausschnitts dieses. Das geschlossene (abstrakte) System sowie deren vielfältige mögliche Ausprägungen sind es auch, von dem die frühe Zuwendung zum Computer und dem Plotter in der Kunstproduktion, dargestellt im nächsten Abschnitt, zeugt.

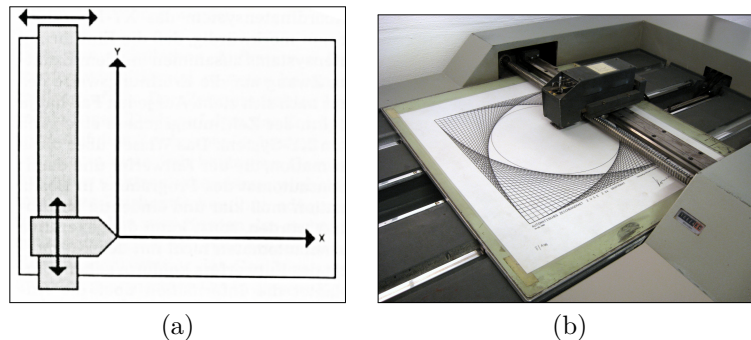
#### 4.4.2 Plotterzeichnungen von Georg Nees und Frieder Nake

Georg Nees und Frieder Nake gehören zu den ersten die sich dem digitalen Computer zur Erzeugung von Computergrafiken bedienten. Die beiden Stuttgarter Wissenschaftler setzten Stiftplotter als zeichnende Maschinen ein und stellten beide im Jahre 1965 erstmalig in Galerien aus.

Der von ihnen eingesetzte Plotter war dabei erstmals eine digital programmierbare Zeichenmaschine, namentlich der lochstreifengesteuerte ZUSE Z64 *Graphomat* (siehe Abbildung 4.11). Es war eine industriell hergestellte Apparatur, die mit unterschiedlichen Rechenanlagen zusammenarbeiten konnte. Die Programmierung war gänzlich von dem Gerät getrennt und wurde auf einem externen Rechensystem vorgenommen. Da die Ansteuerung echt digital erfolgte, hatte das auch Auswirkungen auf die Ausführung der Zeichnungen. Die Zeichenfläche war eingeteilt in ein Raster, Punkte in diesem wurden über deren X- und Y-Koordinaten angesprochen um Punkte und Striche auf das Papier zu bringen. Für jedes Rechensystem musste anfänglich eine eigene Steuersoftware geschrieben werden. Nees und Nake schrieben ihre in den Programmiersprachen *ALGOL* und *FORTTRAN*. Die Befehle wurden dann als Lochstreifen gestanzt mit denen dann der *Graphomat* gefüttert wurde. Diese doppelte Übersetzung, in eine im Endeffekt von Menschen visuell wahrnehmbare Form veranlasste Kritiker\_innen den Lochstreifen einen ebenso künstlerischen Wert zuzuweisen, da diese doch die selben Informationen enthalten würden. (Vgl. Klütsch 2007, S. 167)

Tatsächlich kann in dieser Translation eine Hinwendung zum klassischen Kunstwerkbegriff gesehen werden, nämlich die zur Zeichnung als vertrauten künstlerischen Ausdruck. Mit der Verwendung einer Industriemaschine eröffnen sich hinsichtlich Reproduzierbarkeit und Präzision neue Möglichkeiten der zeichnerischen Produktion. Es können im Weiteren Ansatzpunkte gezeigt werden, dass sie dabei nur Mittel zum Zweck war um ein dahinter liegendes Konzept zu illustrieren.

Für die zwei Mathematiker Nees und Nake bildete demnach die von Max Bense entwickelte Informationsästhetik einen entscheidenden Ausgangspunkt



**Abbildung 4.11:** Diagramm, welches die zweidimensionale Bewegung illustriert (a) (Nees 1969, S. 74) und Foto des ZUSE Z64 Graphomat (b) (wiki-commons 2015).

ihres Arbeitens, welche sie in weiterer Folge zu einer generativen Ästhetik ausbauten. Benses Informationsästhetik beruht auf dem Gedanken, dass der ästhetische Wert von Kunstwerken formal genau bestimmt werden kann. Sie fundiert auf den Versuchen George David Birkhoffs und Norbert Wiens zur Definition von objektiven Regeln für die ästhetische Bewertung von Kunstwerken. Bense erweiterte diese noch um Erkenntnisse der Informationstheorie und der Semiotik und mündete in einer Theorie mit der Kunstobjekte statistisch analysier- und somit bewertbar werden sollten. Der technische Begriff der Information bildet dabei die Grundlage für die empirische Messbarkeit. (Vgl. Klütsch 2007, S. 49ff)

Obwohl sie rein vom Bildaufbau sehr große Ähnlichkeiten miteinander hatten (siehe Abbildung 4.12), können bezüglich ihrer künstlerischen Intention unterschiedliche Herangehensweisen ausgemacht werden.

Georg Nees sah sich eindeutig mit den philosophischen Werten Benses verbunden. So titulierte er in einem Brief an ihn, dass er seine Computergrafiken “bewusst von ästhetischen bzw. kunsthistorischen Überlegungen aus programmiert hatte“ (Klütsch 2007, S. 110) zitiert nach (Walther und Bayer 1990, S. 360). Kurz darauf wurden seine Werke in Benses *Ästhetischem Colloquium* gezeigt. In seiner Diplomschrift von 1969 bezieht er sich besonders auf frühe Schriften von Bense, wie der *Aesthetica I*, positionierte sich dieser gegenüber jedoch um einiges radikaler, indem er sich gegen jegliche semantische Dimension des Ästhetischen verwehrte. Für ihn lieferte ausschließlich die Syntaktik Antworten auf ästhetische Fragen. Wie Nees in seinen sieben Thesen postulierte steht der Computer, das darauf ausgeführte Programm sowie dessen strukturelle Beziehungen zum Endprodukt im Vordergrund seiner Betrachtungen. (Vgl. Nees 1969, S. 48ff)

Frieder Nake geht einen anderen Weg und versucht unter dem Einfluss von Max Bense eine Einordnung seiner Computergrafiken in zeitgenössische Tendenzen. So sieht er unter anderem Zusammenhänge zwischen

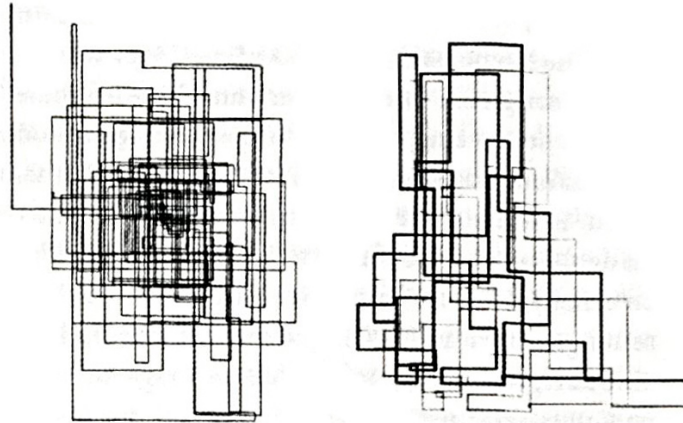
dem/der klassischen Maler\_in und dem grafikproduzierenden Computerprogramm darin, dass beide limitierte Bildgeneratoren („picture generators“) sind. Ebenso sieht er bei beiden das gemeinsame Ziel durch mehrmalige Anwendung dieser begrenzten Methoden zu einem bestmöglichen Ergebnis zu finden. Im Sinne seiner mathematischen Profession und der Entwicklung einer generativen Ästhetik versuchte er gleichfalls, universelle Formeln für die Generierung von Bildern anzugeben. (Vgl. Klütsch 2007, S. 131ff) zitiert nach (Nake 1969)

Neben diesen ausgereiften Ausführungen erscheint sein ursprünglicher Zugang zur Kunst allzu pragmatisch: So war es Georg Nees' erste Ausstellung 1965, die ihn dazu ermutigte, seine zuvor gelernten Fähigkeiten zur Programmierung eines Zeichenplotters künstlerisch einzusetzen. Wenn andere es wagten ihre computergenerierten Zeichnungen als Kunst auszustellen, warum sollte er das den nicht auch machen?, schrieb er 2001 rückblickend. (Vgl. Nake 2002, S. 7)

Nees und Nake, – und viele andere Wissenschaftler\_innen – die sich in diesen frühen Jahren des Computers bedienten um damit etwas zu produzieren, was als Kunst definiert werden soll, stießen auf heftige Kritik und Schmähungen. Zu Nakes erster Ausstellung 1965 schrieb die Stuttgarter Zeitung spöttisch: „In der nämlichen Minute, da der Künstler fern vom Arbeitsplatz bemüht ist, einen Sahnklecks vom Knie zu wischen, setzt dieser Elektronen-Heinzelmann vielleicht bereits die letzten Striche aufs Papier: er hat erledigt, was sein Herrchen ihm zu tun befahl - er hat Computer-Grafiken erzeugt“ (vgl. SKA 1965, S. 31). Auf die Empörung die Nees' erster Präsentation auslöste reagierte Bense mit der Einführung des Begriffs der „künstlichen Kunst“, um diese von vom Menschen erzeugten zu unterscheiden (vgl. Nake 2002, S. 6).

Ihre Stellungnahme zur Autorenschaft konnte sie dabei auch nur schwer aus dieser Verlegenheit bringen. Nake unterzeichnete seine Plotterzeichnungen mit *NAKE/ER56/Z64* und stellt den Zeichenapparat (Z64) sowie das Rechnersystem Compart ER 56 auf eine Ebene mit ihm (vgl. Klütsch 2007, S. 138). In seinen sieben Thesen, veröffentlicht 1969, spricht Nees Software und Mensch einen Koproduzentenstatus zu: „Zufallgeneratoren beteiligen sich an der Strukturierung der generierten Information, schaffen dabei unvorhersehbar Neues und erweisen sich dadurch als die zweite schöpferische Instanz neben dem Programmierer, der die globale Programmstruktur und projektiv durch sie hindurch die großräumige Struktur der zu generierenden Information entwirft“ (Vgl. Nees 1969, S. 49).

Eine Schwierigkeit, der sich diese „programmers-turned-artists“ (O'Hanrahan 2015, S. 2) damit stellten, war es, dem Computer eine gewisse Art von künstlerische Autonomie zuzuschreiben. Die Künstler programmierten demnach nicht eine abgeschlossene Grafik, die von der Maschine nur noch gezeichnet werden musste, sondern sie ließen *Teilentscheidungen* auf Seiten des Rechners zu. Dazu verwendeten sie die von Nees zuvor schon erwähnten program-



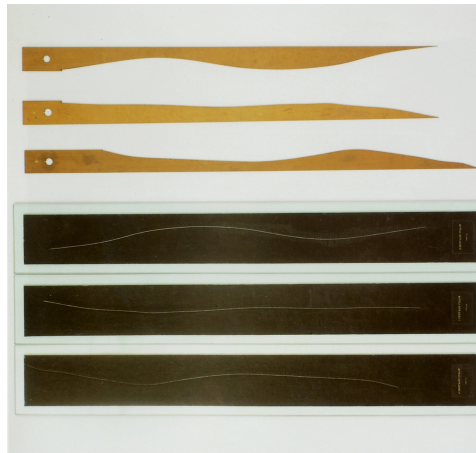
**Abbildung 4.12:** Georg Nees *Achsen-paralleler Irrweg* 1965 und Frieder Nake *105/130 ER56* 1965 (Klütch 2007, S. 20).

mierten Zufallsgeneratoren, die an bestimmten Stellen im Programmcode als Weichen eingesetzt wurden. Das Unberechenbare war es also bei dieser frühen Computer generierten Kunst, dass ihre Entwickler\_innen inspirierte. Nake und Nees schufen damit nicht nur Programme die ein und das selbe Bild mit jeder Ausführung reproduzieren konnten, sondern erlaubten es sich während der Laufzeit zu ändern, also willkürliche *Entscheidungen* ohne subjektive Einflussnahme zu treffen; etwas das dem Menschen so nicht möglich ist. Max Bense sah sich sogar soweit veranlasst, diesen Computer-Zufall mit menschlicher Intuition zu vergleichen (vgl. Taylor 2014, S. 93).

#### 4.4.3 Echter vs. Berechneter Zufall

Den Zufall als unberechenbares Prinzip zwischen Planung und Überraschung als künstlerisches Mittel einzusetzen war jedoch kein Novum, das durch den Computer aufkam.

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts – speziell in der Umbruchszeit um den Ersten Weltkrieg – erfuhr die Verwendung des Zufalls durch Künstler\_innen einen Aufschwung. In der Stimmung von gesellschaftlicher Unsicherheit setzten avantgardistische Bewegungen wie die Dadaisten und Surrealisten verstärkt auf den Zufall als Strategie abseits individueller Vernunft und Absicht. Künstler\_innen verließen absichtlich konventionelle Vorstellungen einer Genieästhetik sowie der Autorenschaft im Allgemeinen indem sie den Zufall als gestaltende (Mit-)instanz zuließen und sich damit einen Zugang zu unbekannten ästhetischen Welten erschlossen. (Vgl. Sprengel-Museum 2013, S. 8ff)



**Abbildung 4.13:** Marcel Duchamp *3 stoppages étalon*, 1913/14 (PBA 2015).

Eines der beachtenswertesten und mitunter richtungsweisendsten Kunstwerke, bei dem sich der Künstler mit dem Zufall auseinandersetzt – Molderings (2006, S. 7) nennt es sogar das “Gründungswerk einer Ästhetik des Zufalls” – ist *3 Stoppages Étalon* von Marcel Duchamp. Es entstand 1913, eine Zeit, in der sich die Naturwissenschaften in einer ernsten Krise befanden. So stellten neue Entdeckungen, wie die Röntgenstrahlen (1895), die Radioaktivität (1896) und das Elektron (1897) die Naturwissenschaft des 19. Jahrhunderts, welche stark vom Materialismus geprägt war, in Frage. Duchamp, der sich damals besonders den kritischen Schriften des französischen Mathematikers und Physikers Henri Poincaré widmete, stellte sich mit einer Philosophie des Idealismus und des Agnostizismus der damals herrschenden Industrialisierungs- und Techniqueuphorie entgegen, indem er “grundsätzliche Zweifel an der Möglichkeit objektiver, wissenschaftlicher Erkenntnis” hegte. Seine Lösung, diesem Unwissen zu entkommen, war die Flucht zum scheinbar Unwissenschaftlichsten überhaupt: dem Zufall, dem er sich im Herstellungsprozess seines *3 Kunststopf-Faden Längennormal* bzw. *3 Musterfäden*<sup>4</sup> bediente: Drei ein Meter lange Fäden wurde aus einem Meter Höhe auf eine horizontale Ebene fallen gelassen, unverändert auf einer blauen Leinwand fixiert und das Resultat dann auf drei schmale Glasstreifen geklebt (siehe Abbildung 4.13). Duchamp nannte sein so entstandenes neues Längenmaß das “verminderte Meter“. Mit der Produktion von passenden hölzernen Linealen und der sorgfältigen Arrangierung in einer Holztruhe, stellte er seine Norm jener des Platin-Urmeters gegenüber, welcher in ähnlicher Form im Internationalen Büro für Maße und Gewichte in Séveres bei Paris aufbewahrt wurde. (Vgl. Molderings 1997, S. 34ff)

<sup>4</sup> Molderings (1997, S. 34) verwendete erstere, Rist (Sprengel-Museum 2013, S. 12) zweiteere Übersetzung



Dem Akt des Zufalls folgt hier also eine Art wissenschaftliche Aufarbeitung. Er kritisiert das absolut Mess- und Berechenbare indem er Willkür zum Prinzip seiner Weltanschauung erhebt und Zufall über Naturwissenschaft zu stellen scheint. Das Paradoxon erschließt sich jedoch erst vollständig, wenn man seine Notizen zu der Arbeit betrachtet. So schrieb er 1914: “3 Stoppages Étalon = du hasard en conserve“, stellte seine Arbeit also dem, “konservierten Zufall“ gleich. (Vgl. Sprengel-Museum 2013, S. 14ff)

Die Konservierung nicht nur eines, sondern gleich dreier Standardmaße, basierend auf dem Zufallsprinzip, lässt vollständig an der menschlichen Vorstellung der Möglichkeit der Standardisierung und Strukturierung – und damit auch der Unterwerfung – der Natur zweifeln. Neben dieser gegenständlichen Verwendung des Zufalls bietet sich – vor allem ab Mitte des 20. Jahrhunderts – die Heranziehung von Zufallsdaten an. So verwendete der Komponist John Cage das *I Ging*, ein chinesisches Münzorakel, für einige seiner musikalischen und bildnerischen Werke. Ebenso bediente sich der Maler Gerhard Richter eines aufwendigen Los-Verfahrens, um seine Farbtafeln zu konzipieren. (Vgl. Sprengel-Museum 2013, S. 13)

Anstatt dieser *natürlichen* Art zufällige Determinanten zu erzeugen, kommt nun die von Nake und Nees verwendete mathematische Fähigkeit des Digitalcomputer zur Generierung von zufälligen Zahlenreihen. Aus heutiger Sicht handelte es sich dabei jedoch nur annähernd um das Gleiche.

Vom menschlichen Standpunkt aus kann der Zufall als etwas charakterisiert werden, das nicht vorhergesehen werden kann; mathematisch gesehen nicht berechnet werden kann. Bei den, speziell in den Anfangsjahren am Computer verwendeten Zufallsgeneratoren, kann dabei nur von Pseudozufall gesprochen werden. Sie basieren auf mathematischen Formeln oder vorab berechneten Listen, um zufällig erscheinende Sequenzen zu erzeugen. Sie sind dadurch bestimmt, dass sie deterministisch und periodisch sind, wobei die Periodizität, also die Eigenheit, dass sie sich in bestimmten Abständen wiederholen, bei modernen Generatoren aufgrund der Länge der Periode vernachlässigbar ist. Der Determinismus, also die Möglichkeit anhand des Startpunkts die weitere Sequenz zu erhalten, ist damit der größte Unterschied zwischen berechnetem und *echtem* Zufall. (Vgl. Haahr 2015)

Um den Zufall mit dem Computer verwendbar zu machen, liegt es am/an der Künstler\_in die Rahmenbedingungen und Regeln festzulegen, wie dieser sich – mitunter in mehrmaliger, unterschiedlicher Ausprägung – im Werk manifestieren soll. Die Programmierung eines Computerprogramms mit den darin enthaltenen Algorithmen stellt diese Festlegung eines gestalterischen Rahmens beim Computer dar. Als Algorithmus wird dabei generell eine eindeutige Handlungsanweisung verstanden, mit der in einer endlichen Anzahl von Einzelschritten eine Lösung zu einem Problem bestimmter Art erreicht wird (vgl. Klütsch 2007, S. 16). Kochrezepte und Wegbeschreibungen können ebenfalls als Algorithmen verstanden werden, so wie die erwähnten Pseudo-



zufallsgeneratoren oder Anleitungen zum Erzeugen von Zeichnungen.

Ein gutes Beispiel einer algorithmischen Umsetzung zeigt Georg Nees' *23-ecke*. Die Handlungsanleitung gab er in gesprochener Sprache, als auch in einer Computer verständlichen Programmiersprache an. Die erste textuelle Anweisung lautet (Klütch 2007, S. 111):

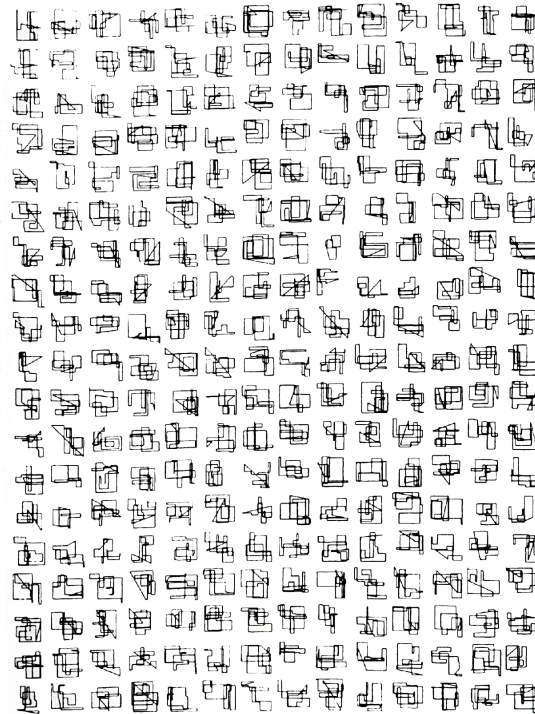
“zeichne, im figurquadrat irgendwo beginnend, einen abwechselnd horizontalen und vertikalen – in der horizontalen zufällig nach links oder rechts, in der vertikalen zufällig nach oben oder unten – innerhalb des figurquadrats verlaufenden streckenzug mit 23 teilstrecken zufälliger länge. Verbinde anfangs- und endpunkt des streckenzugs geradlinig.“

Die Umsetzung in Programmcode sieht folgendermaßen aus (Klütch 2007, S. 114):

```
1 für M von 0 (in Schritten von 15)
2 bis 285:
3 {für U von 0 (in Schritten von 15)
4 bis 195:
5 [JA wird M + 1; JE wird M+14;
6 A wird J; X wird A;
7 JA wird U + 1; JE wird U + 14;
8 B wird J; Y wird B; P;
9 für T in 1 (in Schritten von 1)
10 bis 11:
11 (JA wird M + 1; JE wird M + 14;
12 X wird J; S;
13 JA wird U + 1; JE wird U + 14;
14 Y wird J; S);
15 X wird A; Y wird B; S ]}
```

Es zeigt sich, dass jede Umsetzung einer anderen Abstraktion und Strukturiertheit und eines anderen Vokabulars bedarf. Baut dabei natürliche Sprache auf einer komplexen Grammatik auf, ist diese beim Computer viel formaler. Wie im Programmcode zu sehen ist, besteht dieser aus Variablen (die einzelnen Großbuchstaben), numerischen Zuweisungen (*wird*) sowie mathematischen Transformationen (+ - Additionen von Werten), Schleifen (beschrieben durch *von*, *bis* sowie den eckigen, runden und geschweiften Klammern) und den Pseudozufallsgeneratoren (*JE* und *JA*). Die Ausführung des Programms führt zu einem Raster von 19 Zeilen und 14 Spalten, wobei jede so entstandene Zelle einen Linienzug aus 23 Teilstrecken enthält. Abbildung 4.14 stellt ein so entstandenes Bild dar.

Beachtenswert ist, dass es sich dabei nur um eine von vielen möglichen Ausprägungen handelt. Sowohl die 23-teiligen Linienzüge als auch ihre Anordnungen untereinander lassen eine Unmenge an unterschiedlichen Kombinationen zu. Aus einer endlichen Anzahl an Variationen eine durch berechneten Zufall bestimmte Teilmenge herauszunehmen weist dabei in größerem



**Abbildung 4.14:** Georg Nees *23-ecke* 1965 (Klüttsch 2007, S. 113).

Ausmaß auf das Dahinterliegende als das Augenscheinliche hin. Wenn Nake rückblickend anmerkt, dass die Zeichnungen ansich nicht sehr aufregend waren, sehr wohl jedoch das Prinzip, deutet er genau die Richtung ihrer frühen Experimente an (vgl. Rist 2013, S. 52).

Somit ist es das einerseits Ordnung- und gleichzeitig Komplexität- und Arbitrarität-evozierende System, das ihnen als künstlerische Reflexions- und Legitimationsgrundlage diene. Die Entwicklung der generativen Ästhetik von Bense und deren Weiterführung durch Nake und Ness war eine Folge davon, deren Nachfolger heute unter dem Begriff der generativen Kunst zusammengefasst werden. Dabei handelt es sich nach Galanter (2003, S. 4) um folgendes:

“Generative art refers to any art practice where the artist creates a process, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other mechanism, which is then set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art.“

Die Gestalt von Nees’ und Nakes Zeichnung kann konzeptuell als dynamisch definiert werden, da sie an einen Prozess gebunden ist, welcher die

Fähigkeit zur Transformation verinnerlicht. Nees und Nake waren Vorreiter in der Nutzung dieser Eigenheit des Digitalcomputers zur Erzeugung von (Kunst)Werken.

Drei Jahre nach der ersten öffentlichen Präsentationen von Nees' und Nakes Plotterzeichnungen wandte sich LeWitt einem konzeptuellen Verfahren zu, das deren Arbeit mit dem Computer sehr ähnlich war. Abgesehen von den visuell erkennbaren Gemeinsamkeiten ihrer zeichnerischen Endprodukte – geprägt von von einfachen geometrischen Formen sowie die Verwendung von rasterhafter Bildaufteilung – können im Vergleich mit LeWitt Nakes und Nees' Algorithmen als digitale Pendanten seiner Instruktionen angesehen werden. Die unpräzise Instruktion LeWitts trifft dabei auf die aleatorischen Computerprogramme Nakes und Nees'; die menschliche Subjektivität auf die Objektivität der digitalen Rechenmaschine.

Die Exaktheit der Zeichenmaschine stellt sich neben handwerkliches Geschick, die Spannung zwischen Regel und Chaos bleibt dabei jedoch immanent und die Geste des Delegierens vermag bei beiden Fragen zur traditionellen künstlerischen Produktion stellen. Der Zufall als Werk-bestimmendes Konstrukt eröffnet im Mensch-Maschine-Vergleich somit interessante Einsichten. Zwar überlassen beide, LeWitt und die Plotterkünstler, Teilbereiche dem Zufall über, der/die menschliche Zeichner\_in ist dabei jedoch befängener: Allzu sehr ist er von seiner Individualität geprägt. Die Maschine ist zwar an ihre mathematische Berechenbarkeit gebunden, jedoch unabhängig von Intuition und Erfahrung. Obwohl die damaligen (sowie auch viele der heutigen) Computerzufallsgeneratoren den Pseudo-Prefix erfordern, bewirkte die Erweiterung des Menschen durch die Maschine damals in Bezug auf den Zufall umfassendere Möglichkeiten. Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung ihrer Intentionen. Ließ LeWitt seine Handlungsanweisungen zu Teilen für Interpretation *nur* offen, bauten Nees und Nake große Teile ihrer künstlerischen Legitimation auf dem Zufall auf. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der Umgang mit der Instruktion. In beiden Fällen stellt sie einen maßgeblichen Faktor der künstlerischen Praxis dar, jedoch nur bei LeWitt waren diese unerlässlicher Teil bei Ausstellungen und er unterstrich damit deutlicher deren Wichtigkeit. Was für Nake und Ness scheinbar implizit im Werk erfassbar ist, vermochte sich durch die Art der gleichberechtigten Präsentation mitunter jedoch unmissverständlicher darstellen: die paradigmatische Logik von Systemen und deren Auflösung.

## 4.5 Angela Bullochs *Drawing Machines* und die Interaktion

*I make the processing of viewing visible.*

– Angela Bulloch

Die 1966 geborene kanadische Künstlerin Angela Bulloch entwickelt seit Anfang der 90er-Jahre eine Werkserie von Zeichenmaschinen, von denen sie bis heute elf unterschiedliche Modelle entwarf, wobei eine davon als weiterentwickelte Reinkarnation eines Vorgängers Eingang fand. Die *Drawing Machines* sind eigens für Bullochs künstlerischen Ausdruck konstruierte Apparaturen, die generell aus Führungsschienen, Schrittmotoren, Zugseilen, einer elektronischen Steuereinheit sowie einem Schlitten, an dem der Stift befestigt ist, bestehen. Sie werden direkt an Galerie- und Museumswänden installiert und sind auch für deren Ausmaße dimensioniert, d.h. bis zu neun Meter breit. Einmal in Gang gesetzt, vollführen sie ihre zeichnerische Tätigkeit bis zum Ende der Ausstellung, wonach die Zeichnung wieder übermalt wird. Was viele von Bullochs Zeichenmaschinen ebenso verbindet, ist deren – mitunter subtile – Art der aktiven Einbeziehung von Betrachter\_innen.

Bullochs erste Zeichenmaschine war die 1990 entwickelte *Blue Horizons*. Sie umfasst eine horizontale ca. neun Meter lange Schiene, an der zwei vertikale Stangen befestigt sind, die einen blauen Stift führen. Dieser Aufbau lässt Bewegungen in zwei Achsen zu und ähnelt bezüglich der Mechanik daher sehr den Stiftplottern aus dem vorherigen Kapitel. Obwohl alle hier vorgestellten Zeichenmaschinen Bullochs dieser Konstruktion folgen, unterscheiden sie sich jedoch in der formalen Bildsprache von ihren Computer gesteuerten industriellen Vorgängern. Die Zeichnungen von *Blue Horizons* bestehen somit nur aus horizontalen sowie in zwei Richtungen geneigten diagonalen Linien. Das, im Lauf ihrer Präsentation entstehende Bild ist geprägt von Überlagerungen und endet meist in einer einfarbigen Fläche (siehe Abbildung 4.15). Durch das Anbringen von drei Bewegungssensoren fügt Bulloch *Blue Horizons* ein interaktives Element hinzu, welches jedoch keine direkte Leseart in Form eines einfachen Ursache-Wirkungs-Prinzips zulassen. So ist nur einer der Sensoren auf eine Sitzgruppe vor der Wand gerichtet, zwei andere zeigen auf die Maschine selbst. Wenn Betrachter\_innen nun den Bereich des ersten betreten, bewirkt das einen Richtungswechsel des Stifts, welcher jedoch in weiterer Folge von den zwei anderen Sensoren wahrgenommen wird und eine eindeutige Zuordnung des menschlichen Einflusses auf die Zeichnung verkompliziert. Ähnlich verhält es sich bei *Blue Horizons II*, der Weiterentwicklung von *Blue Horizons*, jedoch werden die konkurrierenden Signale bei dieser gänzlich vom Menschen erzeugt. Statt Bewegungssensoren dienen hier Mikrofone und ein in der Sitzbank integrierter Drucksensor als *Inputs* für den Zeichenprozess. Das gleichmäßige Raster seines Vorgängers wird bei

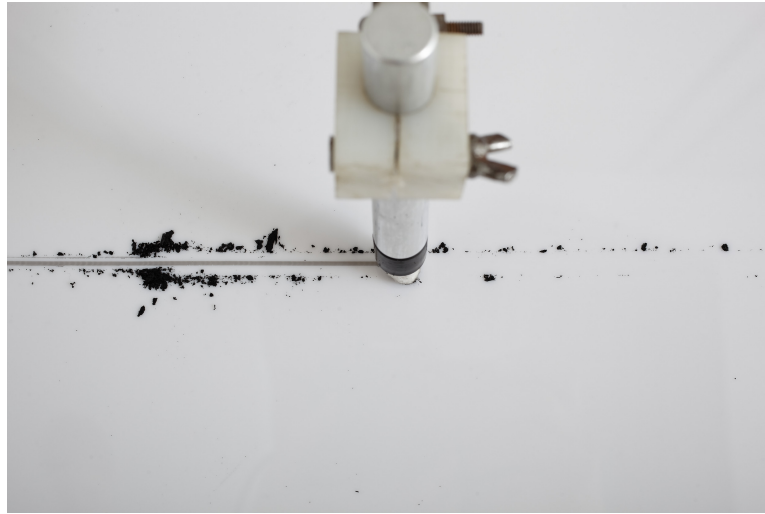


**Abbildung 4.15:** *Blue Horizons*, (ca. 900 x 300 cm), 1990 (Pfleger 2011, S. 25).

*Blue Horizons II* durch eine zitterige Berg- und Talfahrt der Linie ersetzt, die immer wieder von *blauen Horizonten* durchkreuzt werden. Durch die Verwendung von nicht lichtechter Tinte, – statt eines Permanentmarkers – lässt die Intensität der Farbe mit der Zeit durch Lichteinwirkung nach, sodass zu jedem Zeitpunkt der Ausführung nur ein Teil des gesamten Prozesses sichtbar ist. (Vgl. Rattemeyer 2011, S. 24ff)

Auf die Frage ob sie mit ihren Zeichenmaschinen das Repräsentationspotential der Malerei in Frage stellt, antwortet Bulloch, dass sie hinterfragt inwiefern der/die Künstler\_in Urheber\_in von etwas Originärem ist. Der/-Die Interaktor\_in wird für sie jedoch dadurch nicht automatisch zum/zur Autor\_in, da sie selbst die grundlegende Funktionsweise der Maschinen bestimmt und die Einflussnahme anderer nur sehr gering ist. Auf die Frage hin, ob sie die Betrachtern\_innen damit auf die Schippe nehmen will, erklärt sie, dass ihre Zeichenmaschinen “the processing of viewing“ sichtbar machen sollen. Die Zeichnungen ihrer Maschinen sind daher Karten des Sehprozesses und für *Blue Horizons II* sieht sie Vergleiche zu Stadtplänen, speziell nord-amerikanischer Städte, die wie die Zeichnungen, in ständiger Veränderung begriffen sind. (vgl. Bulloch und S. 1998, S. 98ff)

Die 1991 entwickelte *On/Off Line Drawing Machine* operiert auf einer



**Abbildung 4.16:** Radiergummi der *On/Off Line Drawing Machine*, (293 x 28 cm), 1991 (Pfleger 2011, S. 64).

minimalistischeren Ebene, ohne Einbeziehung der Betrachter\_innen. Sie besteht nur aus einem ca. drei Meter langen horizontalen Gleis und einem daran befestigten Schlitten mit Bleistift und Radiergummi (siehe Abbildung 4.16). In einer kontinuierlichen Bewegung zieht der Stift bei der Fahrt von links nach rechts einen Strich an die Wand, der bei der Rückwärtsbewegung vom Radiergummi wieder ausgelöscht wird. Bulloch referenziert mit dieser Arbeit jene von Robert Rauschenberg, in welcher er eine Zeichnung seines Künstler-Zeitgenossen Willem de Kooning im Jahre 1953 auslöschte und *Erased De Kooning Drawing* dann zu seinem Werk erklärte. Der Akt des Entfernens anstatt des Hinzufügens als kreative Leistung thematisiert hierbei nicht nur Fragestellungen des Dada, sondern durch die Ausführung beider Akte durch eine Maschine ebenfalls die der Beziehung von Mensch, Kunst und Maschine. (vgl. *Städtische Galerie Wolfsburg* 2015)

*Betaville*, 1994 gebaut, besteht aus zwei Führungsleisten sowie einem an Zugseilen befestigten roten Stift. Gesteuert wird sie durch einen druckempfindlichen Sensor, der in der Sitzfläche einer vor der Maschine platzierten Bank eingebaut ist (siehe Abbildung 4.17). Wenn sich Besucher\_innen auf der Bank niederlassen, ändert sich die Fahrrichtung des Stift von horizontal nach vertikal und umgekehrt. Die so entstandene quadratische Rasterzeichnung lässt Rückschlüsse auf die Besucher\_innenbeteiligung zu, wobei z. B. dicke Striche von besonders geringer Interaktion zeugen. Mit dem Namen *Betaville* bezieht sich Bulloch auf Jean-Luc Godards Film *Alphaville*, einem Science-Fiction-Streifen aus 1965, in dem der Detektiv Lemmy Caution den Computer *Alpha 60*, der die ganze Stadt kontrolliert und Dichtung, Liebe und Gefühle verneint, besiegt. Die Thematisierung von Kontrolle in der

Beziehung von Mensch und Maschine ist bei dieser Zeichenmaschine also immanent. (Vgl. Rattemeyer 2011, S. 40)

Im Jahre 1997 entworfen, doch erst 2011 erstmals zur Ausstellung gebracht wurde die *Grid Drawing Machine*. Ein minimiertes Führungssystem sowie Blau als Farbe kamen dabei zum Einsatz. Entgegen ihrer ursprünglich geplanten Steuerung durch Geräusche, verursacht von Besucher\_innen, bestritt sie ihr Debüt als Kooperationsprojekt mit einer Soundinstallation des Komponisten Ken Ueno. Ein Mikrofon, angebracht an der Maschine, nahm den abstrakten programmierten Klang der über einen Lautsprecher ausgegeben wurde, auf (siehe Lautsprecher und Mikrofon links oben in Abbildung 4.18). Durch diesen Aufbau wurde dennoch der Einfluss durch Betrachter\_innen nicht vollständig unterbunden und auf subtile Weise noch offen gelassen. Ken Uenos Komposition *Nipper* baut auf einer von ihm gesungenen einminütigen kontinuierlichen Note auf, die als Grundlage für jede Zeichenphase – jede ohne Absetzen gezogene Linie – dient. Durch die stetige einprogrammierte Veränderung dieses Klangs gleicht die Zeichnung zu Beginn einer Überlagerung von Aktienkursen und wird mit zunehmender Dauer zu einem dichten Gewirr horizontaler und vertikaler Zacken. (Vgl. Rattemeyer 2011, S. 36)

Eichler (2005, S. 218) sieht in Bullochs Zeichenmaschinen Bezüge zu Sol LeWitts *Wall Drawings*: der Anbringung von Zeichnungen am Ort ihrer Präsentation sowie der wörtlichen Umsetzung seines konzeptuellen Gedankens, dass die Idee zur Maschine wird, welche dann die Kunst macht. Dort endet jedoch schon deren Vergleichbarkeit. Die Zeichenmaschinen sind vordergründig Werkzeuge zur Visualisierung eines zeitlichen Vorgangs, nämlich den einer Ausstellungsdauer. Das technische Gerät umfasst dabei das entstehende Bild, wie die Rahmung eines Ölgemäldes, wobei deren industriell-maschinellen Charakter nicht zu verhüllen versucht wird. Bulloch sieht sich auch bezüglich deren Anspruch jedoch zur Äußerung genötigt: „Ich habe die Maschinen nach besten Kräften gebaut, aber sie sind alles andere als perfekt. Es sind prekäre Gebilde“ (Eichler 2005, S. 218). Tatsächlich bewegen sich Stift und Schlitten nicht schneller als ein Zentimeter pro Sekunde und der Augenblick der Produktion wird zu einem kontemplativen Moment, der die Wichtigkeit des fertigen Produkts der Maschine schwinden lässt. Bullochs generelle Faszination für Zeichenmaschinen liegt daher in dem Wunsch nach einem Werk, das sich über die Dauer einer Ausstellung verändert und dessen Form von Besucher\_innen mitbestimmt werden kann (vgl. *Städtische Galerie Wolfsburg* 2015). Bei ihren *Drawing Machines* manifestieren sich menschliche Präsenz und Beteiligung als Interferenzen in den von ihnen produzierten Zeichnungen. Das formal-nüchterne System der geraden Linien wird durch den Menschen aufgeweicht. Besucher\_innen interagieren bewusst oder unbewusst mit den Kunstwerken und beteiligen sich somit an der Gestaltung der finalen Grafik. Die dahinter liegenden Mechanismen und Algorithmen sind ihnen nicht bekannt und so finden sie sich in der Interak-

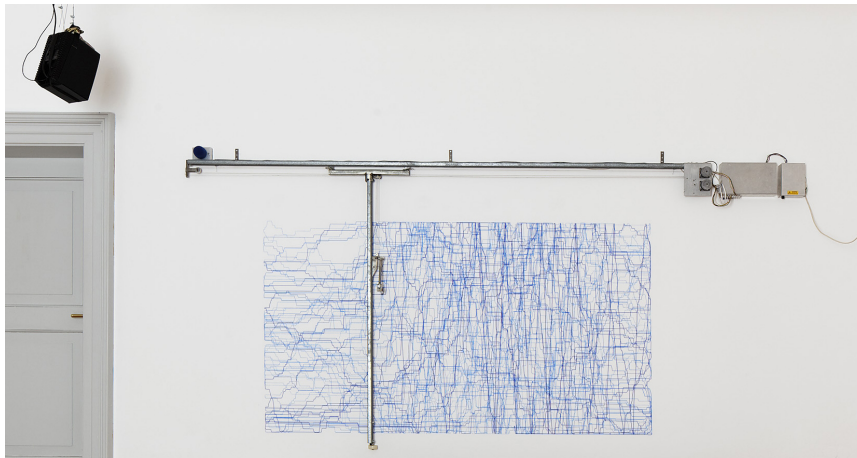




**Abbildung 4.17:** *Betaville*, (315 x 340 cm), 1994 (Pfleger 2011, S. 39).

tion oft vor Fragen gestellt: die Richtungsänderung der gezeichneten Linie scheint beeinflussbar, jedoch nie steuerbar zu sein. Der Zusammenhang von direkter Aktion und Reaktion ist bei Bullochs Zeichenmaschinen undurchsichtig, der Interaktionsprozess verschleiert, wodurch sie keiner industriellen Maschine gleichen, bei welcher Eingabe und Ausgabe in einem berechenbaren Verhältnis zueinander stehen. Das Betreten des Raums kann zu einer Aktion der Zeichenmaschine führen, die Vorhersagbarkeit dieses Ereignisses ist jedoch minimal. Mikrofone, Bewegungssensoren oder Sitzbänke mögen einen bestimmten Aufforderungscharakter haben, deren Betätigung jedoch kein genau definierbares Ergebnis liefert. Die Maschine ist hier keine produktive Verlängerung des Menschen, sie verwirrt und mitunter belustigt ihn mehr. Auch wenn eine menschliche Geste vermeintlich von einer maschinellen *beantwortet* wird, sieht sich der/die Betrachter\_in nach einem kurzen interaktiven Moment wieder in die Passivität zurückgedrängt; sei es durch den sich selbst verstärkenden Stimulus bei *Blue Horizons* oder die festgeleg-





**Abbildung 4.18:** *Grid Drawing Machine*, (330 x 160 cm), 1997 (*Städtische Galerie Wolfsburg* 2015).

ten Laufzeiten der *Grid Drawing Machine*.

Dieser kritische Umgang mit Interaktion wird als wesentliches künstlerisches Konstrukt von Bullochs Zeichenmaschinen angesehen. Der Presstext zu ihrer Ausstellung *Time & Line* sieht im unbewussten Auslösen von Prozessen durch Besucher\_innen eine Reflexion unserer aktuellen Lebenswelt, in der wir Vieles tun, über dessen Folgen wir uns nicht bewusst sind (*Städtische Galerie Wolfsburg* 2015). Dieser Thematisierung von Kontrollverlust kann noch die Frage hinzugefügt werden, wer im Mensch-Maschine-Verhältnis überhaupt noch die Kontrolle innehat. Stahlhut (2011, S. 12) sieht in der subtilen Weise wie Bulloch mit Partizipation umgeht einen gewissen Zynismus, indem sie die Beteiligung von Besucher\_innen nicht nur beschränkt, sondern dazu noch auf banale Akte wie das Betreten eines Raumes oder das Setzen auf eine Bank reduziert. Er sieht darin eine skeptische Sicht auf die Entwicklung der Einbeziehung von Betrachter\_innen ins Kunstwerk, wie sie von Oskar Bätschmann beschrieben wurde. Dieser sieht in vorgegebenen Szenarien der Interaktion mit Kunstwerken Gefahr von Isolation und Bevormundung. Vorkonzipiertes Erleben stellt für ihn die Freiheit des/der Betrachters/in in Frage, welche/r sich in diesem Rahmen in Sicherheit wähnt und ohne eigenes Denken auszukommen scheint. Bei Bulloch wird dieser Effekt jedoch gebrochen, wenn sich Betrachter\_innen in einen impliziten – also nicht angeleiteten – Interaktionsrahmen wiederfinden und versuchen, wieder Kontrolle zu erlangen. Diesen Moment der Irritation sieht Rebentisch (2005, S. 92) als signifikant in der Auseinandersetzung mit Bullochs Zeichenmaschinen an, wobei sie zwischen technischer und ästhetischer Einbeziehung der Betrachter\_innen unterscheidet. Beschränkt sich die technische darauf, bloß Auslöser für mechanische Tätigkeiten zu sein, soll die ästhetische einen re-

flexiven Verstehensprozess in Gang setzen. Mit der Verschleierung der technischen Beteiligung, weist Bulloch somit von dieser weg und hin zur ästhetischen und reagiert damit auf die Fetischisierung von Interaktivität im Kunstdiskurs ihrer Entstehungszeit Anfang der 90er-Jahre (vgl. Rebentisch 2005, S. 94).

Bullochs *Drawing Machines* verschieben die seit Tinguely aufgekommene Einbindung der Betrachter\_innen, indem diese durch Verkomplizierung zum Objekt der Reflexion wird. Die Mensch-Maschine-Interaktion wird einer kritisch subtile Probe unterstellt und lässt uns nicht nur über deren Einsatz in der Kunst, sondern ebenfalls unser generelles Verständnis und die Erwartungshaltung gegenüber Maschinen hinterfragen.

## 4.6 Patrick Tressets *Paul* und *computational creativity*

*La machine ne pense pas, elle nous fait penser.*

– Abraham Moles

Im folgenden Kapitel wird abschließend die künstlerische Position des Franzosen Patrick Tresset besprochen. Seine Annäherung zur zeichnenden Maschine wird vor dem Hintergrund gegenwärtiger Diskussionen zum Computer in der Kunstproduktion vorgestellt. Alan M. Turings Fragen zur denkenden Maschine werden dabei ebenso auftauchen wie die nach dem Vermögen von Mensch und Maschine sowie deren Beschränkungen und Möglichkeiten.

### 4.6.1 Patrick Tressets *robots named Paul*

Der französische Künstler Patrick Tresset begann nach einem Abschluss in *Business Computing* in London Malerei zu studieren. Nach Einzel- und Gruppenausstellungen zwischen 1991 und 2003 verlor er jedoch das Interesse am Malen und wendete sich der Forschung zu, um die Leidenschaft fürs Künstlerische wieder zu erlangen. Besonders die wissenschaftliche Betrachtung des Überschneidungsfeldes seiner beiden Professionen vermochte sein Interesse erwecken. Anfänglich beschäftigten ihn menschliche Rezeptions- und Produktionsprozesse von Kunst, besonders der Zeichnung, sodass er sich der Kognitionsforschung und Psychologie widmete. Wie Menschen andere Menschen wahrnehmen und besonders Künstler\_innen diese bildlich darstellen zu vermögen führte ihn zur Suche nach maschinellen Modellen für diese Vorgänge. Dafür erweiterte er sein Forschungsfeld durch Robotik, *cognitive computing* und *computer vision*. Sein Ziel ist seitdem die Entwicklung von Zeichnungen produzierenden autonomen Systemen, die im Betrachter\_innen ähnliches hervorrufen wie Werke aus Menschenhand. Die exakte Kopie der menschlichen Fähigkeiten ist ihm dabei nicht so wichtig wie die ästhetische Wirkung, die bei der Betrachtung ausgelöst wird. Der Zeichnung spricht er dabei einen speziellen Hinweischarakter zu, nämlich auf den Prozess ihrer Herstellung. Seine Idee “that artworks are memories of the processes that created them“ fundiert auf dem wissenschaftlichen Hintergrund, dass ein maßgeblicher Teil der Wahrnehmung von Kunstwerken mit der menschlichen Fähigkeit der Rekonstruktion der Intentionen und Handlungen des/der Autors/in zusammenhängen. Kunstwerke als “maximal memory stores“ ansehend, spielen für ihn dabei Spiegelneuronen in kognitiven Prozessen eine herausragende Rolle. Besonders der durch die Zeichnung ausgelöste Stimulus vermag – durch deren Beschränktheit auf die Linie – im visuellen Kortex nur vereinzelte Regionen, diese dafür umso stärker anzusprechen. Durch die anfangs experimentelle Hantierung mit kleinen Robotern, befand er diese



**Abbildung 4.19:** *Paul-II*, 2012 (Tresset 2015).

schließlich als stimmiges und konsequentes Ausdrucksmittel der genannten Theorie und begann mit der Entwicklung seines *Paul*. (Vgl. Kümmel-Schnur u. a. 2013, S. 47ff)

Der zeichnende Roboter *Paul* besteht aus einem Tisch, einem daran befestigten Arm, einer Kamera sowie einem Computer als steuernde Einheit (siehe Abbildung 4.19). Sind der Roboterarm – ausgestattet mit drei Gelenken für die Bewegung über dem Blatt und einem für das Heben und Senken des Stifts – und das *künstliche Auge* sowie meist auch ein Tischlampe für die Betrachter\_innen sichtbar, wird der Laptop meist in oder unter dem Zeichentisch versteckt. Die gesamte künstlerische Arbeit ist als interaktive Installation gedacht, die einem geregelten Ablauf folgt. Besucher\_innen werden dabei gebeten vor dem Tisch Platz zu nehmen, Tresset befestigt ein leeres Blatt Papier auf der Zeichenfläche, gibt dem Roboter einen Stift in die Hand und erweckt diesen, entweder durch dreimaliges Klopfen auf den Tisch oder durch Abdecken der Kamera, zum Leben. Während der anschließenden ca. 20-minütigen Performance des Roboters fertigt dieser eine Portraitzeichnung seines Gegenübers an (siehe Abbildung 4.20). *Paul* besteht dabei in mehreren Ausführungen, die sich sowohl in der Art ihres Aufbaus als auch der Art der Programmierung unterscheiden. (Vgl. Tresset 2015)

Im Sinne der Wiedererlangung seiner Passion fürs künstlerische Arbeiten bezeichnete er seine Roboter als „künstlerische Prothesen“, als Maschinen die so zeichnen wie er gerne zeichnen würde (vgl. Kümmel-Schnur u. a. 2013, S. 48). Durch das Einprogrammieren eines differenzierten *Stils* für jeden *Paul*, welcher im Vergleich der Portraitserien ausgemacht werden kann,

steigerte er diesen Wunsch nach Erweiterung noch. Jedoch als weniger den Ersatz des Menschen durch die Maschine, als seinen forschenden Zugang zum Mensch-Maschine-Kunst-Verhältnis thematisierend, kann die Geste des selbst unterschreibenden Roboters, dessen an die Galeriewände gehängten Zeichnungen sowie Tressets eigene Degradierung zum Papier-liefernden Assistenten im performativen Akt gesehen werden. Der Roboter wird dabei zum künstlerisch-wissenschaftlichen Werkzeug, seine Zeichnungen und Performances zur Reflexionsgrundlage.

Die Ausstellung und die dabei auftretenden Reaktionen von Besucher\_innen und die Interaktion mit den Maschinen bilden dabei die Rahmenbedingungen. Mimesis, also die Angleichung von maschinellen Aktionsmustern an menschliches Verhalten, ist dabei eine gängige Methode um eine Vertrauensbasis zwischen Mensch und Maschine aufzubauen, derer sich auch Tresset bedient. So gestaltet er mit dem Zeichentisch nicht nur ein typisches Künstler\_in-Portraitierten-Szenario, sondern lässt den Roboter zusätzlich menschenähnliches Verhalten simulieren, indem das Kameraauge abwechselnd vom/von der Abzubildenden auf das Zeichenpapier wechselt und der Arm im selben Sinne während dieses *Kontrollblicks* innehält. Schlussendlich missbraucht er somit jedoch das Vertrauen der Menschen, indem er die Ähnlichkeit zur Maschine nur vorgaukelt. Sie verfügt demnach über keine visuelle Rückkopplung, welche der vergleichende Blick des künstlichen Auges suggeriert. Ein Foto zu Beginn der Performance ist somit Grundlage genug um das Modellsitzen für den Roboter so überflüssig, wie die irrationale Geste der Maschine, zu machen. (Vgl. Kümmel-Schnur u. a. 2013, S. 220)

Die kontemplative Eigenheit der Situation und die damit einhergehende Aufforderung zur emphatischen Zuwendung zur *künstlerischen* Maschine können als Tressets Schwerpunkte ausgemacht werden, die sich mit seiner generellen Forschungsfrage decken: die Erzeugung von Zeichnungen, die in Betrachter\_innen einen ästhetischen Eindruck bewirken, der jenem bei der Betrachtung von Kunstwerken aus Menschenhand evozierten, gleicht. Im selben Sinn ist auch der, der menschlichen Physis nachempfundene, Roboterarm zu verstehen. Die konstruktive Geste der *Künstlerhand* als Prozess, sowie die durch diese mechanische Tätigkeit in der Zeichnung manifestierte Imperfektion lassen Ähnlichkeiten mit dem Menschen aufkommen. Die Zuschreibung von künstlerischen Fähigkeiten für Computer und deren prothetisch-robotischen Verlängerungen soll dadurch gesteigert werden.

Kreativität als Grundlage für den künstlerischen Prozess sehend, betritt er damit das Forschungsfeld der *computational creativity*, der berechneten/künstlichen Kreativität. Sie gründet in wissenschaftlichen Forschungen zur Künstlichen Intelligenz, zu Psychologie, Philosophie und Kunst. Eines der Hauptprobleme, mit der diese Felder zu kämpfen haben, ist die Unschärfe der Begriffe *Intelligenz* und *Kreativität*. Im Folgenden werden zwei Herangehensweisen vorgestellt, die sich der Definitionsproblematik mithilfe von speziellen Tests für *intelligente* und *kreative* Computersysteme befasst.



Abbildung 4.20: Zeichnungen von *Paul-I* und *Paul-II*, 2012 (Tresset 2015).

#### 4.6.2 Alan M. Turing und die Berechnung des Unberechenbaren

Intelligenz und Kreativität sind zwei schwierig zu definierende Begriffe. Das hängt damit zusammen, dass erstens die Bewertung ob etwas kreativ/intelligent ist oder nicht sehr von der subjektiven Meinung abhängt, und zweitens die Vorgänge, die kreative/intelligente Leistungen im Gehirn hervorbringen, noch unzureichend erforscht sind. Künstliche Kreativität/Intelligenz ist daher schwierig zu erfassen, weil das Modell dafür (also das menschliche Gehirn und die darin vor sich gehenden Vorgänge) noch nicht umfassend ergründet und dadurch auch nicht einfach maschinell nachgebaut werden kann.

Geforscht wird also in Bereichen, die nahe an Fähigkeiten liegen, die mit menschlicher Intelligenz/Kreativität in Verbindung gebracht werden, wie das Verstehen von Sprache, Lernen, logisches Denken, Problemlösen sowie die Produktion von künstlerischen Artefakten wie Literatur, Musik und Bildern (vgl. Wilson 2003, S. 787).

Für die Ermittlung, ob Maschinen die Fähigkeit zur Intelligenz besitzen, wird noch heute das 1950 von Alan M. Turing vorgeschlagene “imitation game“ angewendet. Turing war ein englischer Mathematiker, dessen Arbeit

mit analogen Computern begann. Vorallem seine Mitarbeit zur Entschlüsselung von Nachrichten im Zweiten Weltkrieg verschaffte ihm Bekanntheit. In seiner Schrift *Computer Machinery and Intelligence* stellte er sich erstmals die Frage, ob Maschinen denken können. Diese Frage wollte er mithilfe eines gedanklichen Experiments beantworten, das auf einem Imitationsspiel beruht: eine fragende Person möchte von zwei antwortenden Personen (ein Mann und eine Frau) herausfinden, welche der beiden männlich und welche weiblich ist. Das Ziel der einen antwortenden Person in diesem Spiel besteht nun darin, Verwirrung zu stiften und möglichst falsche oder ablenkende Antworten zu geben, während die zweite Person versucht dem Fragesteller zu helfen um zu einer richtigen Zuordnung zu kommen. Die Anordnung sieht vor, dass Antworten in maschinengeschriebener Form gegeben werden, damit eine Identifikation aufgrund physischer Merkmale ausgeschlossen werden kann. Umgelegt auf die Maschine möchte Turing der Frage über deren Denkvermögen folgendermaßen auf den Grund gehen, indem er eine antwortende Person durch eine Maschine ersetzt und erfasst wird, ob der Fragesteller ebenso oft eine falsche Zuordnung trifft, wie wenn es sich um einen menschlichen Partner handeln würde. (Vgl. Turing 1994, S. 40)

Es gibt Bestätigungen von Wissenschaftler\_innen, dass der Test bis heute einige male schon bestanden wurde. Eine Kritik die dabei laut wird ist, dass deren Erfolg vordergründig in der Irreführung der menschlichen Juror\_innen liegt, indem Fragen ausgewichen wird. Es wurden daher schon andere Tests vorgeschlagen, um die Intelligenz von Rechnersystemen zu überprüfen wie die *Winograd Schema Challenge*, die *Loebner Prize Competition* oder der *Lovelace Test*. (Vgl. Riedl 2014, S. 1)

Letzter, vorgeschlagen in (Bringsjord u. a. 2001) beruht auf der Fähigkeit einer künstlichen Intelligenz zur Produktion von Werken, die sich der Erklärungsfähigkeit ihrer/s Erzeugers/in entzieht. Der Name kommt von Ada Lovelace, die Mitte des 19. Jahrhunderts einen Text zur *Analytical Engine* übersetzte und diesem umfangreiche Notizen hinzufügte und der am häufigsten zitierte Auszug beschreibt die Unfähigkeit der Maschine, Neues zu erzeugen: “The Analytical Engine has no pretensions whatever to originate anything. It can do whatever we know how to order it to perform“ (Hartree 1949, S. 70). Die Entwickler wollten mit ihrem Test diese Annahme überprüfen und setzten die Neuheit eines Werks mit der Unmöglichkeit der Erklärung durch seine/n Programmierer\_in, wie dieses zustande kam, gleich. Der Testablauf sieht dabei folgendermaßen aus: Ein System *A*, entwickelt von *H*, besteht den *Lovelace Test*, wenn der *As Output o* von *H* nicht erklärt werden kann. *o* darf dabei keinem Hardware-Fehler entsprungen sein, sondern muss auf einem reproduzierbaren Prozess in *A* beruhen. Die Fähigkeit des Systems, etwas Unerwartetes und Neues zu schaffen wird bei ihnen dann mit Kreativität, genauer mit *computational creativity*, gleichgesetzt. Berechnete Kreativität wird damit als stellvertretende, weil maßgebliche Determinante des künstlichen Intellekts angesehen. (Vgl. Bringsjord u. a. 2001, S. 9ff)

Die Paradoxie die dabei entsteht ist die Forderung nach einem Computerprogramm, das aus seiner formalen Strenge ausbricht. Jeder eingesetzte Zufallsgenerator hat das Vermögen unerwartete Werte hervorzubringen, jedoch wirken diese immer in einem geschlossenen System und können in weiterer Folge auch von seinem/r Programmierer\_in auf diesen zurückgeführt werden. Auch selbstlernende Systeme fallen durch die Möglichkeit des Rückschlusses auf die Datenbasis auf welcher ihre Lernfähigkeit beruht unter diese Kategorie und Riedl (2014, S. 9ff) sieht daher den *Lovelace-Test* als nicht zu bestehen.

Was diese Tests alle gemein haben, ist ihre Abhängigkeit von der Bewertung durch den Menschen. Es liegt immer an menschlichen Juror\_innen zu sagen, ob ein Computersystem bestimmte Fähigkeiten erlangt hat und so könnte ein und das selbe Programm bei einer Personengruppe bestehen, bei einer anderen jedoch versagen. Die Objektivierbarkeit von Kreativität-/Intellekt-bestimmenden Parametern stellt uns also immer noch vor Herausforderungen, wie es auch Kant Ende des 18. Jahrhunderts schon in Bezug auf den künstlerischen Geniebegriff feststellte, „daß [sic!] Genie ein Talent sei [...] wozu sich keine bestimmte Regel geben läßt [sic!]“ (Kant 1922, S. 161).

Auch Tresset kommt zum dem Schluss, dass *Paul* noch nicht fähig ist, kreativ zu handeln, da er nur aufgrund seiner vorprogrammierten Befehlen handelt und ihm die Fähigkeit zur Reflexion seiner Werke fehlt. Jedoch – und damit kommt sein zweites Argument zur Differenzierung von Kunst und Nicht-Kunst zu Tage – konnte er mit *Paul* Anerkennung in der Kunstwelt erlangen. Ausstellungen in Galerien und Museen sowie der Verkauf und die Aufnahme in Sammlungen (wie z.B. des Victoria & Albert Museum in London) von *Pauls* Zeichnungen sieht er als erfolgreiche Annäherung computergesteuerter Robotik an die Kunst. (Vgl. Tresset und Deussen 2014, S. 5ff)

Was das Verhältnis von Tresset, *Paul*, Turing und der wissenschaftlichen Untersuchung künstlicher Kreativität und Intelligenz ausmacht, ist deren gemeinsamer Wunsch der Angleichung der Maschine an den Menschen und das dabei entstehende Spannungsverhältnis zwischen Subjektivität und Objektivität.

*Paul* ist dabei Tressets zeichnender Assistent, anhand des er Fertigkeiten des menschlichen Künstler untersucht. Der Zeichenprozess eignet sich dazu besonders, weil dabei ein genuin-subjektiver menschlicher Prozess in das objektive abgeschlossene System von Computern Eingang sucht. Die Imitation von Seh-, Interpretations- und Zeichenvermögen spielt dabei eine große Rolle und die Robotik ist dabei Bedingung, nicht nur für die Ästhetik der produzierten Zeichnungen, sondern ebenfalls für die ästhetische Erlebbarkeit des physischen Zeichenvorgangs, welcher bei alleiniger Darstellung am Bildschirm verloren geht. Die physische wie psychische Mimesis bildet somit die Grundlage seiner Forschung. Der Turing-Test und seine Nachfol-



ger beinhalten ebenfalls immer den Mensch als Maß und als Instanz die über Erfolg oder Misserfolg der Maschine entscheidet. Ob die Maschine wie ein Mensch kreativ handeln/denken kann – anders formuliert: ob die Abbildung des Menschen in der Maschine erfolgreich war oder nicht – ist dabei immer, trotz des Versuches der Objektivierung durch eine wissenschaftliche Aufarbeitung, subjektiv.

Tressets forschende Herangehensweise zum maschinellen und menschlichen Zeichnen transformierte sich hier letztendlich zu einer Betrachtung über die menschlichen und maschinellen Fähigkeiten. Sie endet in der Erkenntnis, dass der Mensch zwar die Maschine programmieren/kontrollieren/beschreiben kann, bei der Definition der eigenen Kreativität und Intelligenz jedoch noch vor unlösbaren Problemen steht. Mit Tressets Eingang in eine weitere unklar umrissene Disziplin, die der Kunst, tut sich noch eine andere Diskrepanz auf: Der *Lovelace-Test* mag scheitern, die kreative Kraft seiner Roboter noch unzureichend sein, doch erlangten dessen Zeichnungen Eingang in den Kunstmarkt.

## Kapitel 5

# Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Das Spannungsfeld, das sich im Bezug auf Zeichenmaschinen auftut, liegt in der Gegensätzlichkeit des Begriffs selbst. Wird die Maschine im Sinne ihrer Verwertbarkeit seit jeher als die effizienzsteigernde Verlängerung des menschlichen Körpers gesehen, ist der Prozess des Zeichnens als menschlich-intentionale Tätigkeit frei von diesem Optimierungsgedanken. Durch das Delegieren, der Überantwortung dieser menschlichen Fertigkeit mit dem Ziel der Evozierung von künstlerischen Momenten, versehen Künstler\_innen die Maschine mit einem neuen Charakter: Die Maschine wird vordergründig nicht arbeitstechnisch, sondern künstlerisch erweiternd und damit nicht produktiv, sondern reflektiv eingesetzt. Die Strukturiertheit und Präzision der Industriemaschine wird für Irrationalität und Zufälligkeit der Zeichenmaschine aufgegeben und rückt damit genau diese Attribute ins Blickfeld. Die Maschine wird zur Ergänzung des Menschen, um mit deren Hilfe die individuelle Ausdrucksfähigkeit zu erweitern.

Jean Tinguely bedient sich der autonomen Bewegung der Maschine sowie deren Möglichkeit zur partizipatorischen Einbindung von Betrachter\_innen, um die Kunstvorstellungen seiner Zeit zur Disposition zu stellen und erweitert dies noch, indem er die Maschine einen vorherrschenden Malstil kopieren ließ. Besonders durch den Bau seiner *tragbaren Méta-matic*-Zeichenmaschinen bediente er sich schon früh der Cyborg-Metapher, stellte durch diese jedoch weniger menschliche Fertigkeiten als die Sinnhaftigkeit dieser prothesenhaften Erweiterung in Frage.

Frieder Nake und Georg Nees verwendeten industriell gefertigte Stiftplotter und Computer, um Grafiken zu produzieren, die durch die Exaktheit der Maschine einen starken Verweisungscharakter auf das dahinter liegende formale System, sowohl des Computers als auch deren gestalterische Grundlage in Form der Informations- und in weiterer Folge der generativen Ästhetik, bietet. Der intentionale Gebrauch von berechnetem Zufall als eigenständi-

ge, richtungsweisende Kraft im künstlerischen Prozess suggerierte nicht nur die gleichberechtigte Teilhabe der Maschine, sondern evozierte ebenso im Vergleich mit Sol LeWitt die Hinterfragung der abgeschlossenen Logik von Systemen.

Angela Bullochs wandgebundenen, überdimensionalen *Drawing Machines*, erzeugen Lineamente, die von der elementaren Grammatik der geraden Linie bestimmt sind. Durch ihre subtile Einbindung von Betrachter\_innen im zeichnerischen Prozess verweist sie nicht nur auf eine kritische Auseinandersetzung mit interaktiver Kunst, sondern stellt ebenso Vertrauen und Misstrauen im Verhältnis von Mensch und Maschine zur Diskussion.

Patrick Tressets *Robots named Paul* entstanden vor einem künstlerisch-wissenschaftlichen Hintergrund zur Erforschung von Mensch und Maschine. Tresset interessierte sich dafür, wie wir Bilder und Kunstwerke generell gestalten, wahrnehmen und bewerten und *Paul* stellte dafür sein Forschungswerkzeug dar. Durch die Imitation der Meisterkunst der Portraitzzeichnung durch einen Roboter, sowie die Einbeziehung der *computational creativity* thematisierte er gleichsam Angleichungstendenzen der Maschine an den Menschen. Seine Beschäftigung an der Grenze von Wissenschaft und Kunst eröffnet einen Reflexionshorizont zwischen Subjektivität und Objektivierbarkeit und deutet damit eine provokante Frage an: Entsteht Kunst durch Kreativität oder Anerkennung? Marcel Duchamps Schrift *The Creative Act* lieferte dazu schon eine Antwort, indem er den kreativen Akt als bidirektionalen Verhandlungsprozess beschrieb. Roland Barthes ging einen Schritt weiter, indem er die Deutungshoheit ganz auf Seiten der Betrachter\_innen belässt. Diese Positionen vermochten ab Mitte des 20. Jahrhunderts gemeinsam mit der Trennung von Konzept und Objekt durch die *Conceptual Art* den Weg der Maschine in die Kunst ebnen.

Die Untersuchung der Konstruktion und Appropriation von zeichnenden Maschinen im künstlerischen Prozess vermochte tragende Konstrukte der Mensch-Maschine-Beziehung, wie Mimesis, Erweiterung, Überantwortung und Interaktion aufzeigen, die von Künstler\_innen sowohl praktiziert als auch in ihren Arbeiten reflektiert wurden. In der kunsthistorischen Betrachtung konnten dargestellt werden, dass die Zeichenmaschine an entscheidenden Wendungen in der Geschichte der Kunst beteiligt war, um die Festgeschriebenheit von Begrifflichkeiten zu befragen. Es zeigt sich abschließend, dass in der Übernahme des gemeinhin genuin-menschlichen Prozess des Zeichnens durch eine Maschine eines besonders hinterfragt wird: unser eigenes Selbstverständnis und das der von uns geschaffenen Konstrukte.

# Quellenverzeichnis

## Literatur

- Barthes, R. (2002). „Der Tod des Autors“. In: *Performanz : Zwischen Sprachphilosophie und Kulturwissenschaften*. Hrsg. von U. Wirth. Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 104–110 (siehe S. 27).
- Bringsjord, S., P. Bello und D. Ferrucci (2001). „Creativity, the Turing Test, and the (Better) Lovelace Test“. In: *Mind and Machines*. Bd. 11. Kluwer Academic Publishers, S. 3–27 (siehe S. 73).
- Buchmann, S. (2007). *Denken gegen das Denken: Produktion, Technologie, Subjektivität bei Sol LeWitt, Yvonne Rainer und Hélio Oiticica*. Berlin: b\_books (siehe S. 48–50, 52, 53).
- Buderer, H.-J. (2002). „Kunst-Maschine-Kunst : Bewegung als Medium zur Produktion von Kunst“. In: *Jean Tinguely : Stillstand gibt es nicht!* Hrsg. von M. Fath. München: Prestel, S. 60–89 (siehe S. 41).
- Bulloch, A. und Kalmár S., (Hrsg.) (1998). *Angela Bulloch : Satellite*. London: Black Dog Publishing Ltd. (siehe S. 63).
- Butler, C.H. und C.M. de Zegher (2010). *On line : drawing through the twentieth century ; [published in conjunction with the exhibition On Line: Drawing through the Twentieth Century at The Museum of Modern Art, New York, November 21, 2010 - February 7, 2011]*. New York: Museum of Modern Art (siehe S. 32).
- Culkin, J. M. (1967). „A Schoolman’s Guide to Marshall McLuhan“. In: *The Saturday Review*. 18.März (siehe S. 5).
- Dohm, K. und H. Stahlhut (2007). „Der Geist in der Maschine“. In: *Kunstmaschinen Maschinenkunst*. Hrsg. von Schirn Kunsthalle Frankfurt. Heidelberg: Kehrer, S. 17–25 (siehe S. 8, 15–17, 19, 20, 44).

- Duchamp, M. (1957). *The Creative Act*. Session on the Creative Act : Convention of the American Federation of Arts Houston, Texas (siehe S. 16).
- Eichler, D. (2005). „Primzahlen : Kommentare und Anmerkungen zu ausgewählten Arbeiten von Angela Bulloch“. In: *Angela Bulloch : Prime Numbers*. Köln: Walther König, S. 114–231 (siehe S. 65).
- Fath, M. (2002a). „Alles ist im Fluss“. In: *Jean Tinguely : Stillstand gibt es nicht!* Hrsg. von M. Fath. München: Prestel, S. 18–23 (siehe S. 41).
- (Hrsg.) (2002b). *Jean Tinguely : Stillstand gibt es nicht!* München: Prestel (siehe S. 38).
- Flatley, J. (2001). „Art Machine“. In: *Sol LeWitt : Incomplete Open Cubes*. Hrsg. von N. Baume. Wadsworth Atheneum: MIT Press (siehe S. 53).
- Galanter, P. (2003). „What is Generative Art? : Complexity Theory as a Context for Art Theory“. Interactive Telecommunications Program, New York University (siehe S. 60).
- Gilbreth, F. B. und L. M. Gilbreth (1917). *Applied Motion Study: A Collection Of Papers On the Efficient Method To Industrial Preparedness*. New York: Sturgis und Walton Company (siehe S. 17, 18).
- Gross, B., (Hrsg.) (2012). *Sol Lewitt*. Zürich: JRP Ringier (siehe S. 52).
- Hartree, D. R., (Hrsg.) (1949). *Calculating Instruments and Machines*. Illinois: The University of Illinois Press (siehe S. 73).
- Herold, I. (2002). „„Stillstand gibt es nicht““. In: *Jean Tinguely : Stillstand gibt es nicht!* Hrsg. von M. Fath. München: Prestel, S. 38–49 (siehe S. 41).
- Hoffmann, J. (2007). „Künstler wird Maschine wird Künstler“. In: *Kunstmaschinen Maschinenkunst*. Hrsg. von Schirn Kunsthalle Frankfurt. Heidelberg: Kehrer, S. 26–35 (siehe S. 15, 16, 19, 21, 25, 26, 41).
- Hultén, K. G. P. (1968). *Ausstellungskatalog zu : The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age*. New York: The Museum of Modern Art (siehe S. 24).
- (1972). *Jean Tinguely „Méta“*. Berlin: Propyläen (siehe S. 35–38, 43–46).
- (1987). *A Magic Stronger than Death*. London: Thames und Hudson (siehe S. 36, 38–41, 43, 44).

- Kant, I. (1922). *Kritik der Urteilskraft*. 5. Aufl. Leipzig: Felix Meiner (siehe S. 74).
- Klütsch, C. (2007). *Computer-Grafik : ästhetische Experimente zwischen zwei Kulturen ; die Anfänge der Computerkunst in den 1960er Jahren*. Wien: Springer (siehe S. 24, 53–56, 58–60).
- Knapp, E. (1877). *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten*. Braunschweig: G. Westermann (siehe S. 5).
- Koschatzky, W. (1977). *Die Kunst der Zeichnung : Technik, Geschichte, Meisterwerke*. Salzburg: Residenz Verlag (siehe S. 32).
- Kümmel-Schnur, A., O. Deussen und P. Tresset (2013). *Zufallszwänge - Roboterbilder zwischen Wissenschaft und Kunst*. Konstanz: Zukunftscolleg der Universität Konstanz (siehe S. 70, 71).
- LeWitt, S. (1967). „Paragraphs on Conceptual Art“. In: *Artforum* 5.10, S. 79–83 (siehe S. 50, 52).
- (1969). „Sentences on Conceptual Art“. In: *Art & Language: The Journal of Conceptual Art* 5.18, S. 11–15 (siehe S. 50).
- (1971). „Doing Wall Drawings“. In: *Art Now* 3.2 (siehe S. 50).
- Lütgens, A. (2000). „L’Esprit de Tinguely“. In: *L’Esprit de Tinguely*. Hrsg. von Wolfsburg Kunstmuseum. Osterfildern-Ruit: Hatje Cantz, S. 19–23 (siehe S. 42, 45).
- Michalke, M., (Hrsg.) (2007). *Sol LeWitt Sammlung Michalke*. München: Metropol Kunstraum (siehe S. 48).
- Molderings, H. (1997). *Marcel Duchamp : Parawissenschaft, das Ephemere und der Skeptizismus*. 3. Aufl. Düsseldorf: Richter (siehe S. 17, 19, 57).
- (2006). *Kunst als Experiment: Marcel Duchamps “3 Kunststopf-Normalmaße“*. München: Dt. Kunstverlag (siehe S. 57).
- Mraček, W. (2010). „Imitation des Lebens - Was die Schildkröte uns lehrt“. In: *Roboterträume*. Hrsg. von Kunsthau Graz Museum Tinguely Basel. Heidelberg: Kehrer, S. 22–39 (siehe S. 4, 7–9, 12).

- Munari, B. (1952). „Manifesto del macchinismo“. In: *Bolletino Movimento Arte Concreta*. 10. Milano, S. 37 (siehe S. 20).
- Nake, F. (1969). „On the Inversion of Information Aesthetics“. In: *bit international* 7, S. 59–66 (siehe S. 55).
- Nake, F. (2002). „Personal Recollections of a Distant Beginning“. In: *Explorations in Art and Technology*. Hrsg. von L. Candy und E. Edmonds. London: Springer, S. 6–7 (siehe S. 55).
- Nees, G. (1969). *Generative Computergraphik*. Berlin München: Siemens AG (siehe S. 54, 55).
- O’Hanrahan, E. (2015). *Artistic intuition meets technical ingenuity: the unique contribution to Digital Art History of 1960’s computer art pioneer, Desmond Paul Henry (1921-2004), Part of Proceedings of the 50th Anniversary Convention of the AISB 2014* (siehe S. 22, 23, 55).
- Paul, C. (2011). *Digital Art*. Berlin München: Deutscher Kunstverlag GmbH (siehe S. 25).
- Pfleger, S., (Hrsg.) (2011). *Angela Bulloch : Time & Line*. Ostfildern: Hatje Cantz (siehe S. 63, 64, 66).
- Rattemeyer, C. (2011). „Technische Zeichnungen“. In: *Angela Bulloch : Time & Line*. Ostfildern: Hatje Cantz, S. 20–95 (siehe S. 63, 65).
- Rebentisch, J. (2005). „Partizipation und Reflexion“. In: *Angela Bulloch : Prime Numbers*. Köln: Walther König, S. 88–112 (siehe S. 67, 68).
- Reichert, R. M. (1996). „Die Arbeitsmaschine : Dokumente zu Sozialtechnologie und Rationalisierung“. In: *Wunschmaschine Welterfindung : Eine Geschichte der Technikvisionen seit dem 18. Jahrhundert*. Hrsg. von B. Felderer. Wien: Springer, S. 119–144 (siehe S. 4).
- Riedl, M. O. (2014). „The Lovelace 2.0 Test of Artificial Creativity and Intelligence“. School of Interactive Computing, Georgia Institute of Technology (siehe S. 73, 74).
- Rist, A. (2013). „Zufallsgeneratoren im Dienst der Kunst : Die Übergabe des kreativen Akts an die Apparatur“. In: *Purer Zufall : Unvorhersehbares von Marcel Duchamp bis Gerhard Richter*. Hrsg. von Sprengel-Museum. Hannover: Sprengel Museum, S. 50–58 (siehe S. 15, 60).

- Schätz, J. (2010). „Roboter im Film : Notizen zu einer gegenseitigen Affinität“. In: *Roboterträume*. Hrsg. von Kunsthaus Graz Museum Tinguely Basel. Heidelberg: Kehrer, S. 74–89 (siehe S. 11, 12).
- Schirn-Kunsthalle, Frankfurt, (Hrsg.) (2007). *Kunstmaschinen Maschinenkunst*. Heidelberg: Kehrer (siehe S. 15, 21).
- Schlich, T. (1998). „Vom Golem zum Roboter - Der Traum vom künstlichen Menschen“. In: *Erfindung des Menschen. Schöpfungsträume und Körperbilder 1500-2000*. Hrsg. von R. van Dülmen. Wien: Boehlau (siehe S. 8).
- Schmidt, W. (1899). *Hérons von Alexandria - Druckwerke und Automaten-theater*. Leipzig: B.G. Teubner (siehe S. 6).
- Schröder, K. A. (1997). „Mit dem Auge eines Fremden – die Sehmaschinen“. In: *Alfons Schilling. Ich/Auge/Welt – The Art of Vision*. Hrsg. von Krems Kunsthalle. Wien: Springer, S. 205–209 (siehe S. 47).
- Seifert, A. (2004). *Körper, Maschine, Tod - Zur symbolischen Artikulation in Kunst und Jugendkultur des 20. Jahrhunderts*. Wiesbaden: VS - Verlag für Sozialwissenschaft (siehe S. 17).
- SKA, S. (1965). „Künstliche Kunst“. In: *Stuttgarter Zeitung 11.11*. Autor verwendet SKA als Synonym (siehe S. 55).
- Sprengel-Museum, Hannover, (Hrsg.) (2013). *Purer Zufall : Unvorhersehbares von Marcel Duchamp bis Gerhard Richter*. Hannover: Sprengel Museum (siehe S. 56–58).
- Stahlhut, H. (2011). „Angela Bullochs Zeichenmaschinen“. In: *Angela Bulloch : Time & Line*. Ostfildern: Hatje Cantz, S. 8–13 (siehe S. 67).
- Swenson, G. R. (1963). „Andy Warhol Interview“. In: *ARTnews 11* (siehe S. 21).
- Taylor, G. D. (2014). *When The Machine Made Art: A Troubled History Of Computer Art*. New York: Bloomsbury (siehe S. 24, 27–29, 56).
- Tinguely, J. (2000). *Kunstmuseum Wolfsburg : L'Esprit de Tinguely*. Osterfildern-Ruit: Hatje Cantz (siehe S. 41–45).



- Tresset, P. und O. Deussen (2014). „Artistically Skilled Embodied Agents“. In: *Proceedings of AISB2014*. Hrsg. von Goldsmiths University of London (siehe S. 74).
- Turing, A. M. (1994). „Kann eine Maschine denken?“ In: *Künstliche Intelligenz : Philosophische Probleme*. Hrsg. von W. C. Zimmerli und S. Wolf. Stuttgart: Philipp Reclam jun., S. 39–78 (siehe S. 73).
- Violand-Hobi, H. E. (1995). *Jean Tinguely : Life and Work*. München: Prestel (siehe S. 36, 42).
- Walther, E. und U. Bayer (1990). *zeichnen von zeichen für zeichen. festschrift für max bense*. Baden Baden: Agis Verlag (siehe S. 54).
- Weber, J. (2010). „Neue Roboterträume - Über Wunsch und Wirklichkeit der Dienstleistungsrobotik“. In: *Roboterträume*. Hrsg. von Kunsthaus Graz Museum Tinguely Basel. Heidelberg: Kehrler, S. 40–61 (siehe S. 12).
- Wilson, S. (2003). *Information Arts : Intersections of Art, Science, and Technology*. Cambridge: MIT Press (siehe S. 72).
- Wood, P. (2002). *Conceptual Art*. London: Tate Publishing (siehe S. 49).

## Filme und audiovisuelle Medien

- Modern Times : Charlie Chaplin* (1936). Film. Drehbuch/Regie: Charlie Chaplin. Mit Charlie Chaplin, Paulette Goddard, Henry Bergman. (siehe S. 4).

## Online-Quellen

- Ammann, K. und J. Mollet (2004). *Ausstellungstext zu: Wenn Roboter zeichnen - Im Grenzbereich von Mensch und Maschine*. URL: <http://www.kunstmuseum-so.ch/wenn-roboter-zeichnen> (besucht am 28.10.2014) (siehe S. 46).
- brainHQ (2015). *Is digital technology re-wiring your brain?* URL: <http://www.brainhq.com/news/digital-technology-re-wiring-your-brain> (besucht am 26.02.2015) (siehe S. 4).
- Capek Biography* (2015). URL: <http://capek.misto.cz/english/robot.html> (besucht am 10.02.2015) (siehe S. 9).

- cisco.com (2015). *How Many Internet Connections are in the World? Right. Now.* URL: <http://blogs.cisco.com/news/cisco-connections-counter> (besucht am 27.02.2015) (siehe S. 5).
- dada.compart-bremen.de (2015). *Oscillon 4.* URL: <http://dada.compart-bremen.de/item/artwork/215> (besucht am 25.02.2015) (siehe S. 22).
- desmondhenry.com (2015). *Demond Paul Henry Gallery.* URL: <http://desmondhenry.com/gallery/> (besucht am 25.02.2015) (siehe S. 23).
- drawingmachines.org (2015). URL: <https://drawingmachines.org> (besucht am 12.03.2015) (siehe S. 33).
- Duden (2015). URL: <http://www.munzinger.de> (besucht am 28.01.2015) (siehe S. 3, 6, 10).
- Haahr, M. (2015). *Introduction to Randomness and Random Numbers.* URL: <https://www.random.org/randomness/> (besucht am 30.04.2015) (siehe S. 58).
- Harle, Josh (2015). *Online Portfolio.* URL: <http://joshharle.com/portfolio/making-sense> (besucht am 10.01.2015) (siehe S. 2).
- INPI (2015). *Patent Database.* URL: <http://bases-brevets.inpi.fr/en/home.html> (besucht am 13.04.2015) (siehe S. 42).
- Jaquet-Droz Corporate Movie (2009). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WofWNcMHcl0> (besucht am 30.01.2015) (siehe S. 8).
- Laposky, B. F. (2015). *Oscillons: Electronic Abstractions.* URL: <http://www.atariarchives.org/artist/sec6.php> (besucht am 25.02.2015) (siehe S. 21).
- medienkunstnetz.de (2015). *Marcel Duchamps Rotoreliefs.* URL: <http://www.medienkunstnetz.de/works/rotoeliefs/flash/1/> (besucht am 27.02.2015) (siehe S. 19).
- MousseMagazine (2015). URL: <http://moussemagazine.it/sol-lewitt-arcs-and-lines-at-paula-cooper-gallery-new-york/> (besucht am 28.04.2015) (siehe S. 52).
- MuseumTinguely (2015). *Machine à dessiner No.3.* URL: [http://www.tinguely.ch/de/museum%5C\\_sammlung/sammlung.1954-1959%5C\\_012.html](http://www.tinguely.ch/de/museum%5C_sammlung/sammlung.1954-1959%5C_012.html) (besucht am 10.04.2015) (siehe S. 36).

- Online, art meets science (2015). *Analoggrafiken - Oszilogramme*. URL: <http://www.art-meets-science.info/experimentelle-aesthetik/analoggrafiken.php> (besucht am 25.02.2015) (siehe S. 21, 22).
- PBA (2015). *Prometheus Bildarchiv*. URL: <http://prometheus.uni-koeln.de/> (besucht am 02.04.2015) (siehe S. 18, 39, 40, 46, 51, 57).
- Perrier, D. (2015). *Die kinetische Kunst*, in: *Jahrbuch Künstlerhaus Schloß Balmoral 1999*, S.201-232. URL: <http://www.perrier.at/publications/essays/diekinetischekunst/index.html> (besucht am 10.02.2015) (siehe S. 20).
- ResoNance (2015). *Machine à dessiner No. 1*. URL: [http://reso-nance.org/ftp/atelier-drawbot/images/1.robotique/4.art/06%5C\\_Tinguely%5C\\_Machine%5C\\_a%5C\\_dessiner.jpg](http://reso-nance.org/ftp/atelier-drawbot/images/1.robotique/4.art/06%5C_Tinguely%5C_Machine%5C_a%5C_dessiner.jpg) (besucht am 10.04.2015) (siehe S. 36).
- RoboCup* (2015). URL: <http://www.robocup2014.org> (besucht am 21.01.2015) (siehe S. 13).
- R.U.R. Online* (2015). URL: <http://www.umich.edu/~engb415/literature/pontee/RUR/RURsmry.html> (besucht am 29.01.2015) (siehe S. 10).
- Städtische Galerie Wolfsburg* (2015). URL: <http://www.staedtische-galerie-wolfsburg.de/ausstellungen/kunstpreis-der-stadt-wolfsburg-junge-stadt-sieht-junge-kunst/> (besucht am 20.05.2015) (siehe S. 64, 65, 67).
- Stelarc (2015). *Handswriting*. URL: <http://stelarc.org/> (besucht am 18.04.2015) (siehe S. 45).
- Tresset, P. (2015). *Portfolio*. URL: <http://doc.gold.ac.uk/~ma701pt/patricktresset/> (besucht am 06.05.2015) (siehe S. 70, 72).
- wikicommons (2015). *ZUSE Z64 Graphomat*. URL: <https://commons.wikimedia.org> (besucht am 28.04.2015) (siehe S. 54).
- wikipedia.org (2015a). *Geschichte der Automaten*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte%5C\\_der%5C\\_Automaten](http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte%5C_der%5C_Automaten) (besucht am 30.01.2015) (siehe S. 6, 7).
- (2015b). *Herbert W. Franke*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Herbert%5C\\_W.%5C\\_Franke](http://de.wikipedia.org/wiki/Herbert%5C_W.%5C_Franke) (besucht am 25.02.2015) (siehe S. 21).
- (2015c). *Jacques de Vaucanson*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Jacques%5C\\_de%5C\\_Vaucanson](http://de.wikipedia.org/wiki/Jacques%5C_de%5C_Vaucanson) (besucht am 29.01.2015) (siehe S. 7).

— (2015d). *Pierre Jaquet-Droz*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Pierre%5C\\_Jaquet-Droz](http://de.wikipedia.org/wiki/Pierre%5C_Jaquet-Droz) (besucht am 05.02.2015) (siehe S. 8, 9).

*wiktionary.org* (2015). URL: <http://de.wiktionary.org/wiki/Robot> (besucht am 10.02.2015) (siehe S. 9).