

Hannes Bajohr

Algorithmische Einfühlung

Über zwei Paradigmen digitaler generativer Literatur
und die Notwendigkeit einer Kritik ästhetischer KI

I. Das prometheische Unbehagen, oder: Kreativität als letzte *differentia*

Das Verhältnis von Kunst und Künstlicher Intelligenz lässt sich treffend anhand einer Beobachtung illustrieren, die der deutsche Philosoph Günther Anders 1942 im kalifornischen Exil aufzeichnete. In einem Tagebucheintrag, der später das erste Kapitel seines Buches *Die Antiquiertheit des Menschen* werden sollte, schilderte Anders den Besuch einer Technikausstellung, bei dem sich ein Freund recht merkwürdig verhielt – als schämte er sich, ein Mensch und keine Maschine zu sein. Anders glaubte, damit „einem völlig neuen Pudendum auf die Spur gekommen [zu sein]; einem Scham-Motiv, das es in der Vergangenheit nicht gegeben hat. Ich nenne es vorerst für mich ‚Prometheische Scham‘“ – „die Scham vor der beschämend hohen Qualität der selbstgemachten Dinge“.¹ Angesichts der Perfektion, Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit moderner Maschinen und massenproduzierter Objekte empfinde der Mensch sich selbst als mangelhaft: Unfertig, unzuverlässig, gefangen in zerbrechlichen Körpern und konfrontiert mit dem Makel, geboren statt produziert worden zu sein; diese Verlegenheit des Schöpfers angesichts seiner Schöpfung sei nur das erste Anzeichen für die drohende Obsoleszenz des Menschen. Man mag Anders' Analyse in ihrer Apokalyptik für sachlich fragwürdig halten, kann aber dennoch ihren heuristischen Nutzen anerkennen: Engel und Tiere – traditionell die kosmologisch Überlegenen oder die ontologisch Unterlegenen – bilden schon lange nicht mehr die Basis menschlicher Selbstvergleiche. In einer säkularen Gesellschaft, in der die Herrschaft über die Natur total geworden ist, werden dagegen Maschinen und das serialisierte Produkt zu den neuen Folien kulturell artikulierter Selbstverständnisse. Dennoch ist „Scham“ vielleicht nicht das richtige Wort für das, was vielmehr als drückende Sorge, Nervosität und Unruhe an die Oberfläche drängt. Es mag sinnvoller sein, von einem *prometheischen Unbehagen* zu sprechen: dem Unbehagen, es könnte sich mit dem Statusverlust als Macher auch das hierarchische Verhältnis von Mensch und Maschine umkehren.

Prometheisches Unbehagen scheint sich in jeder Epoche neu zu artikulieren.² Die aktuelle Diskussion über Künstliche Intelligenz und Kreativität ist lediglich die jüngste Iteration dieser Angst, und auch hier feiert der Mensch-

Maschine-Vergleich fröhliche Urstände. Wo aber in früheren Zeiten das Denkvermögen zur *differentia* zwischen Mensch und Maschine wurde, ist die aktuelle Grenze solcher Vergleiche die Kunst. Auch sie ist eine mächtige Quelle prometheischen Unbehagens. Konnten 1968 in der Beschreibung der einflussreichen Ausstellung „Cybernetic Serendipity“ computergenerierte Kunstwerke lediglich als „creative forms engendered by technology“³ angepriesen werden – und damit als der Kontrolle durch ihre menschlichen Schöpfer untergeordnet –, so steht dieses klare Verhältnis heute in Zweifel, wenn es um die gegenwärtige Generation von KI geht: *machine learning*.⁴ In Form künstlicher neuronaler Netze (KNNs) wird es auch zur Erstellung von Kunstwerken eingesetzt. „Portrait of Edmond de Belamy“ aus dem Jahr 2018⁵, ein Tintenstrahldruck auf Leinwand, der als das erste „KI-generierte Gemälde“ angepriesen wurde, erzielte bei Christie’s 432.000 Dollar. Obwohl mit Computern produzierte Kunst deutlich älter ist,⁶ gab die Tatsache, dass eine KI an der Produktion beteiligt war und sogar als Künstler auftrat – die Signatur unten rechts auf dem Gemälde ist die mathematische Formel des Lernalgorithmus –, diesem Werk den Charakter einer Zäsur. „Edmond de Belamy“ löste, wie Ian Bogost es genannt hat, den „AI goldrush“ in der bildenden Kunst aus, und seitdem gelangen mehr und mehr Werke wie dieses auf den Kunstmarkt.⁷

Auf dem Gebiet der Textkunst hat das maschinelle Lernen seit den frühen 2010er Jahren eine ähnliche Popularität erfahren, nicht zuletzt durch die Veröffentlichungen sogenannter „großer Sprachmodelle“ wie die vom Thinktank OpenAI entwickelten GPT-2 (2019) und GPT-3 (2020).⁸ Solche Sprachmodelle sind dazu in der Lage, erstaunlich menschenähnliche Texte zu produzieren, die über mehrere Absätze hinweg kohärent verlaufen. Der Blogbeitrag von Open AI, in dem GPT-2 im Fanfarenton vorgestellt wurde, enthält als Beispiel die Aufforderung an das Modell, eine Eingabe fortzusetzen, die Figuren aus *Herr der Ringe* nannte – das Ergebnis ist in Struktur und Tonfall Fantasy-Fiction.⁹ GPT-3 wiederum ist etwa hundertmal größer als sein Vorgänger. Im Paper, das das Modell einführte, wurde GPT-3 selbst zur Lyrikproduktion animiert: „[C]ompose a poem in the style of Wallace Stevens with the title *Shadows on the Way*.“¹⁰ Ob das Resultat wirklich Stevens emuliert, sei dahingestellt, doch es ist ohne Frage ein Gedicht.

Der Erfolg von Modellen wie diesen hat auf Seiten der Enthusiasten der *computational creativity* die Erwartung geschürt, dass maschinelles Lernen komplexe, kohärente Textwerke erstellen könne – nicht zuletzt auch literarische. Aber für die meisten anderen legen sowohl „Edmond de Belamy“ als auch die GPT-Modelle mit einiger Regelmäßigkeit die Frage nahe, ob Künstler durch Maschinen ersetzt zu werden drohen.¹¹ Das ist ein Ausruf prometheischen Unbehagens par excellence; auch er identifiziert das Kunstschaffen als die *differentia*, durch die der Mensch seit je über die Maschinen triumphieren konnte, aber heute Gefahr läuft, auch diesen Vorsprung zu verlieren.



Hannes Bajohr

Dieses Unbehagen kommt sogar bei solchen Autoren, die der computergenerierten Kunst und Literatur eigentlich positiv gegenüberstehen, in ihren verwendeten ästhetischen und anthropologischen Kategorien zum Vorschein. In seinem 2019 erschienenen Buch *The Creativity Code* untergräbt Marcus Du Sautoy, Professor für Mathematik an der Universität Oxford, seinen Enthusiasmus angesichts der Möglichkeiten maschineller Kunst durch seine oft wiederholte Überzeugung „it is creativity that makes us human.“ Du Sautoy

473

geht sogar so weit, einen biologisch verankerten „creative urge“ zu postulieren – eine klassische anthropologische *differentia* –, den er gegen das Vordringen der Maschinen in Kunst, Musik und Literatur ins Feld führt. So verfolgt er in seinem Buch die Frage: „Can machines be creative?“, und schließt es mit der trotzigen Proklamation: „Creativity is about humans asserting they are not machines.“¹²

Dass Kunst ein Testfall für die Mensch-Maschine-Differenz sein kann, glaubt auch Arthur I. Miller in seinem Buch *The Artist in the Machine* aus demselben Jahr. Obwohl Miller nicht-menschlicher Ästhetik gegenüber aufgeschlossener ist als du Sautoy, kehrt seine Rhetorik dennoch stets zu jenem anthropologischen Vergleich zurück, den er doch als nur eine Option unter vielen behauptet. Er legt nahe, dass Maschinen weniger Vernunft oder Bewusstsein besitzen müssen, um Kunst zu machen, sondern vor allem Emotionen,¹³ die dann in ihren Produkten zum Ausdruck kämen. In der KI-Kunst, so Miller, „computers [...] exhibit not only their creativity but their inner lives“. Die Rhetorik der Innerlichkeit und des Ausdrucks deutet auf eine sehr spezifische, postromantische Vorstellung vom Kunstschaffen hin. Es ist nicht überraschend, dass Miller das Wort „genius“ großzügig verwendet, um sowohl menschliche als auch maschinelle Künstler zu beschreiben.¹⁴

Sowohl für Miller als auch für du Sautoy ist die (oft über die Evolutionsbiologie definierte) *Kreativität* das entscheidende Kriterium von Kunst, das für Ausdruck und Künstlerintentionalität bürgt. Aber diese stark anthropozentrischen Kategorien ignorieren jede zeitgenössische ästhetische Theorie, die keine Neuroästhetik ist, und ihre Konzeption von Kunst ist eklatant veraltet.¹⁵ Es ist bezeichnend, dass die nicht-digitalen Kunstwerke in du Sautoys Buch kaum jünger als sechzig Jahre sind,¹⁶ als in den 1950er Jahren avantgar-distische Kunstbewegungen wie der Abstract Expressionism ein letztes Mal das spontane, kreative Genie feierten.

Wichtiger aber: Diese Ansätze sind unzureichend, um das Bedürfnis zu erfüllen, das sie selbst aufwerfen – *eine Kritik ästhetischer KI zu formulieren*. Sie sind zu sehr mit prometheischem Unbehagen beladen, um zu erfassen, was für den ästhetischen Gebrauch von KI spezifisch ist. Stattdessen tendieren sie dazu, nach einer Logik der Übertragung zu arbeiten – zuerst vom Menschen auf die Maschine und dann von alten Medien auf neue. „Edmond de Belamy“ ist hier das beste Beispiel: das alte Medium der Malerei in einem neuen medialen Gewand, nicht von Menschen geschaffen, sondern (angeblich) von einer Maschine produziert. Aber womöglich ist es interessanter und produktiver, ästhetische Ansätze jenseits der Folie des Menschlichen zu erforschen und die Möglichkeiten des neuen Mediums zu erkunden, statt schlicht alte zu replizieren.

474 Ich möchte nicht von ‚bewussten‘ Maschinen sprechen – die gibt es nicht – oder einem spezifisch menschlichen Schaffensdrang das Wort reden.

Vielmehr will ich die Art und Weise betrachten, in der diese Werke funktionieren und welche technologischen und ästhetischen Strukturen sie umsetzen. Obwohl viele meiner Ausführungen auf die Künste insgesamt anwendbar sind, liegt mein Fokus auf der digitalen Literatur. Digitale Literatur ist als Testfall für eine Kritik der ästhetischen KI nützlich, weil sie eine gut erforschte Geschichte und ein klar definiertes Profil besitzt. Gerade der Vergleich zu den ‚traditionelleren‘ Arten digitaler Literatur streicht die Neuartigkeit von auf KKNs basierender Textproduktion heraus. Den neuen Typus möchte ich vorläufig das *konnektionistische*, den alten Typus das *sequenzielle* Paradigma nennen. Während das regelbasierte sequenzielle Paradigma der digitalen Literatur auf einen reichen kritischen Apparat zurückblicken kann, ist das ‚opake‘ konnektionistische Paradigma noch untertheoretisiert. Im Folgenden werde ich einige Überlegungen zu den Unterschieden zwischen den beiden Paradigmen anstellen und andeuten, was bei der Entwicklung einer Kritik der ästhetischen KI im Auge zu behalten ist, damit sie die Fallstricke des prometheischen Unbehagens und ihrer Übertragung ästhetischer Kategorien zwischen Menschen und Maschinen vermeiden kann.

II. Zwei Arten digitaler Literatur: Sequenziell und konnektionistisch

Digitale Literatur ist ein komplexes Feld. Es beinhaltet eine derart große Vielfalt an Genres und Technologien – von Hypertext-Romanen über Codeworks bis hin zu kinetischer Literatur und dem Schreiben auf sozialen Medien –, dass es schwierig ist, eine Definition aufzubieten, die über die grundlegendsten Merkmale hinausgeht.¹⁷ In der Formulierung der Electronic Literature Organization bezieht sich der Begriff auf „works with an important literary aspect that takes advantage of the capabilities and contexts provided by the stand-alone or networked computer“.¹⁸ Die Literaturwissenschaftlerin Jessica Pressman stellte fest, dass sich viele neuere Werke der digitalen Literatur bewusst wieder an der Tradition der Moderne orientieren.¹⁹ Unter den Gattungen der digitalen Literatur ist die der Moderne am nächsten stehende zugleich auch die älteste. Man bezeichnet sie gemeinhin als generative Literatur, und es ist dieses Genre, auf das ich mich in diesem Essay konzentrieren möchte.

In ihrer grundlegendsten Form bezeichnet generative Literatur die automatische Produktion von Text nach vorgegebenen Parametern, die in der Regel einer kombinatorischen, manchmal auch aleatorischen Logik folgt, und sie betont eher die Produktion als die Rezeption des Werks (im Gegensatz zur Hypertext-Literatur, die die Rezeptionsseite stark macht). Scott Rettberg hebt in seinem 2019 erschienenen Überblickswerk *Electronic Literature* die Verbindung der generativen Tradition zu Dada und Surrealismus, zu Oulipo und

Fluxus hervor.²⁰ Ich würde die Konzeptkunst, insbesondere im Sinne von Sol LeWitt und Lawrence Weiner, als weitere wichtige Referenz hinzufügen, da auch hier die Formulierung eines Konzepts und seine Umsetzung in ein Werk voneinander losgelöst sind und man die Beziehung zwischen Konzept und Werk in der zwischen Code und Output wiederfinden kann.²¹

Doch es ist nicht nur ihr Alter und ihre Tradition, sondern auch die Verwendung der zugrundeliegenden Technologie, die der generativen Literatur einen besonderen Status unter den vielen Spielarten der digitalen Literatur verleiht. Sie scheint ihre technische Grundlage bewusst zu reflektieren.²² Das zeigt sich schon in einem der ersten Beispiele generativer Literatur: Theo Lutz' *Stochastische Texte*, ein Jahr nach Erscheinen von Anders' Buch über die prometheische Scham geschrieben – oder besser gesagt: generiert. *Stochastische Texte* bezeichnet den Output eines Algorithmus, der Elemente aus einem Franz Kafkas *Schloss* entnommenen Vokabular kombinierte.²³ Jede Zeile enthält Aussagen, die durch Konjunktionen verbunden oder durch einen Punkt getrennt sind, wie z. B. „NICHT JEDER BLICK IST NAH. KEIN DORF IST SPÄT“ oder „EIN SCHLOSS IST FREI UND JEDER BAUER IST FERN“ oder „JEDER FREMDE IST FERN. EIN TAG IST SPÄT“, usw. (Abb. 1).

Lutz' *Stochastische Texte* gehören dem an, was ich das *sequenzielle Paradigma* generativer Literatur nennen möchte: Solche Werke entstehen als Ergebnis einer Abfolge von Regelschritten; ihre Gattungsidentität liegt eher in

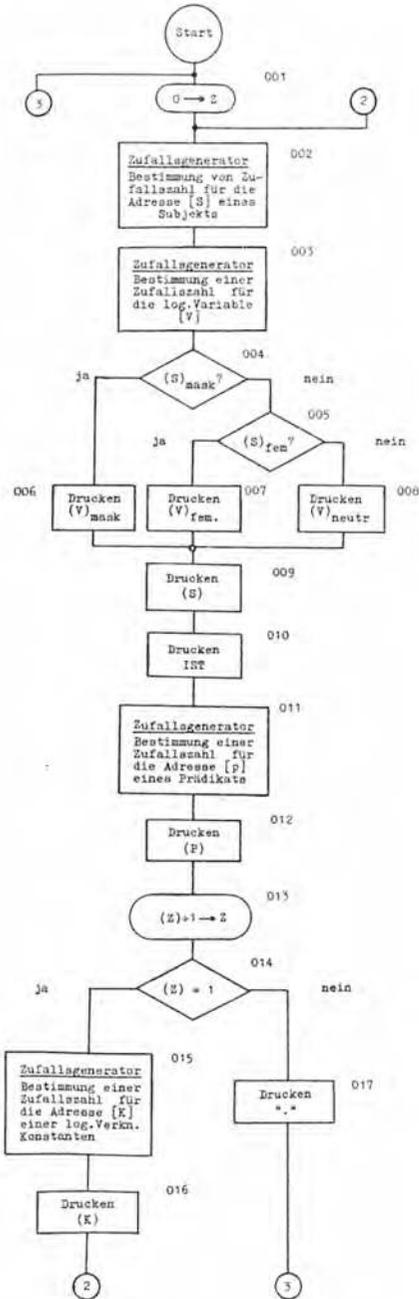
NICHT JEDER BLICK IST NAH. KEIN DORF IST SPAT.
EIN SCHLOSS IST FREI UND JEDER BAUER IST FERN.
JEDER FREMDE IST FERN. EIN TAG IST SPAT.
JEDES HAUS IST DUNKEL. EIN AUGE IST TIEF.
NICHT JEDES SCHLOSS IST ALT. JEDER TAG IST ALT.
NICHT JEDER GAST IST WUTEND. EINE KIRCHE IST SCHMAL.
KEIN HAUS IST OFFEN UND NICHT JEDE KIRCHE IST STILL.
NICHT JEDES AUGE IST WUTEND. KEIN BLICK IST NEU.
JEDER WEG IST NAH. NICHT JEDES SCHLOSS IST LEISE.
KEIN TISCH IST SCHMAL UND JEDER TURM IST NEU.
JEDER BAUER IST FREI. JEDER BAUER IST NAH.
KEIN WEG IST GUT ODER NICHT JEDER GRAF IST OFFEN.
NICHT JEDER TAG IST GROSS. JEDES HAUS IST STILL.
EIN WEG IST GUT. NICHT JEDER GRAF IST DUNKEL.
JEDER FREMDE IST FREI. JEDES DORF IST NEU.
JEDES SCHLOSS IST FREI. NICHT JEDER BAUER IST GROSS.
NICHT JEDER TURM IST GROSS ODER NICHT JEDER BLICK IST FREI.

ihrer Produktion als in ihrer Rezeption begründet. Rul Gunzenhäuser, ein Kollege von Lutz, stellte zwar nicht den Programmcode zur Verfügung, skizzierte aber in einem späteren Artikel das Flussdiagramm des Programms, und dessen sequenzielle, schrittweise Natur ist in der Struktur von Wenn-dann-Verweisungen offensichtlich (Abb. 2). Statt Intuition, Genie oder Ausdruck nachzubilden zu wollen, ist es die Logik der Maschine selbst, also die Logik deterministisch ausgeführter Regelschritte, die in den „Stochastischen Texten“ ästhetisch normativ wird. Man könnte darin eine *algorithmische Einfühlung* erkennen, eine nicht-anthropozentrische Einfühlung, die nicht auf die psychischen Zustände eines Künstlers abzielt, sondern darauf, den Prozess der materiellen Herstellung des Werkes zu verstehen.

Für Lutz' Text besitzen wir nur eine abstrakte Beschreibung der einzelnen Schritte – der von ihm verwendete Code ist (noch) nicht verfügbar.²⁴ Für einen Großteil zeitgenössischer digitaler Literatur ist das zum Glück nicht der Fall. Ein neueres und komplexeres Beispiel für ein sequenzielles Werk, das zu algorithmischer Einfühlung einlädt, ist Nick Montforts *Megawatt* von 2014.²⁵ Es reflektiert dabei nicht nur seine eigene strukturelle Beschaffenheit, sondern bezieht sich auch intertextuell auf die eines Klassikers der Moderne: Es ist sowohl eine Interpretation als auch eine Aneignung von Samuel Becketts Roman *Watt*.²⁶

Zwischen 1942 und 1944 geschrieben und erst 1958 veröffentlicht, schildert *Watt* den Eintritt des titelgebenden Mr. Watt als Diener in den Haushalt von Mr. Knott. Es ist jedoch nicht die *fabula*, sondern die sprachliche Struktur, die textliche Oberfläche, die diesen Roman auszeichnet. Neben einem bewusst unidiomatischen Englisch fallen die extrem repetitiven Passagen auf – ihre „geometric audacity“,²⁷ wie W. J. McCormack sie nannte –, die seit der Veröffentlichung von *Watt* als Versagen der Sprache und als Kritik an der unüberwindbaren Hyperrationalität der Moderne interpretiert worden sind.²⁸ Exemplarisch eine Stelle, in der Watt einem Gesprächspartner nicht folgen kann, weil er von Stimmen in seinem Kopf abgelenkt wird:

Now these voices, sometimes they sang only, and sometimes they cried only, and sometimes they stated only, and sometimes they murmured only, and sometimes they sang and cried, and sometimes they sang and stated, and sometimes they sang and murmured, and sometimes they cried and stated, and sometimes they cried and murmured, and sometimes they stated and murmured, and sometimes they sang and cried and stated, and sometimes they sang and cried and murmured, and sometimes they cried and stated and murmured, and sometimes they sang and cried and stated and murmured, all together, at the same time, as now, to mention only these four kinds of voices, for there were others. And sometimes Watt understood all, and sometimes he understood much, and sometimes he understood little, and sometimes he understood nothing, as now.²⁹



Flußdiagramm für ein Programm der Rechenanlage Zuse 2 22
Abb. 1

Abb. 2 Rul Gunzenhäuser,
„Zur Synthese von Texten mit
Hilfe programmgesteuerter
Ziffernrechenanlagen,“
MTW 10, Nr. 4 (1963), S. 4.

Eine jüngere Interpretation von *Watt* durch Amanda M. Dennis spricht von diesen Wiederholungen als „obsessive loops“. „Certain passages make language appear to ‚glitch‘, as if it were a malfunctioning computer program or electronic device.“³⁰ Wenn man sich *Megawatt* ansieht – Nick Montforts an *Watt* angelehnten Text dieses Namens –, beginnt man zu zweifeln, ob die Metapher des ‚glitch‘, also des technischen Fehlers, wirklich angemessen ist. Tatsächlich zeigt *Megawatt*, dass die „obsessive loops“ keine Pannen in Becketts Programm sind, sondern im Gegenteil seine konsequenteste Ausführung darstellen. In der Tat scheinen diese sich wiederholenden, listenartigen Schleifen einer immanenten Regel zu folgen – einem *Algorithmus*.

Betrachtet man diese Passage aus *Watt* genauer, ist es möglich, auf das Produktionsprinzip dessen zu schließen, was Hugh Kenner Becketts „Cartesian sentences“ genannt hat.³¹ Der erste Satz wendet eine einfache Regel der Texterzeugung an: die Permutation von kombinatorischen Möglichkeiten aus einer endlichen Menge von Elementen. Die „voices“ können vier mögliche Zustände annehmen – „sang“, „cried“, „stated“, „murmured“ –, entweder einzeln oder in verschiedenen Kombinationen, und Beckett geht sie eine nach der anderen durch. Dann werden Watts Verständnis nacheinander die Werte „all“, „much“, „little“ und „nothing“ zugewiesen, wobei die Verben hier nicht permutiert, sondern nur aufgelistet werden. Informatisch betrachtet ähnelt der Satz einer Funktion, die einer Variablen einen Wert zuweist; er könnte mit demselben Ergebnis automatisch auch von einem Skript erzeugt werden.

Genau das ist Montforts Projekt in seinem Buch *Megawatt*. Es ist Rekonstruktion und Erweiterung von Becketts Roman in einem. Montfort wählte Passagen mit solchen „obsessive loops“ aus dem Original und baute sie in der Programmiersprache Python nach. Im ersten Kapitel, betitelt „The Voices“, wendet er sich der eben besprochenen Passage zu und generiert sie. Doch das Skript intensiviert den Urtext:

Watt heard voices. Now these voices, sometimes they sang only, and sometimes they cried only, and sometimes they stated only, and sometimes they murmured only, and sometimes they babbled only, and sometimes they chattered only, and sometimes they ranted only, and sometimes they whispered only, and sometimes they sang and cried, and sometimes they sang and stated, and some-times they sang and murmured, and sometimes they sang and babbled, and sometimes they sang and chattered, and sometimes they sang and ranted, and sometimes they sang and whispered, and sometimes they cried and stated, and sometimes they cried and murmured, and sometimes they cried and babbled, and sometimes they cried and chattered, and sometimes they cried and ranted, and sometimes they cried and whispered, and sometimes they stated and murmured, and sometimes they stated and babbled, and sometimes they stated and chattered, and sometimes they stated and ranted, and sometimes they

stated and whispered, and sometimes they murmured and babbled, and some-times they murmured and chattered, and sometimes they murmured and ranted, and sometimes they murmured and whispered, and sometimes they babbled and chattered, and sometimes they babbled and ranted, and sometimes they babbled and whispered, and sometimes they chattered and ranted, and sometimes they chattered and whispered, and sometimes they ranted and whispered, and sometimes they sang and cried and stated, and sometimes they sang and cried and murmured. [...] And sometimes Watt understood all, and sometimes he understood most, and sometimes he understood much, and sometimes he understood half, and sometimes he understood little, and sometimes he understood less, and sometimes he understood bits, and sometimes he understood nothing, as now.³²

Weil Beckett zugibt, dass es noch mehr Stimmen gibt („for there were others“, wie es am Ende des ersten Satzes der oben zitierten Passage heißt), und weil Montfort weiß, dass in einer Permutationsreihe die Anzahl der Möglichkeiten pro Element exponentiell zunimmt, fügt er Becketts vier Verben vier weitere hinzu: „babbled“, „chattered“, „ranted“ und „whispered“. Ebenso kann Watt nun zusätzlich „most“, „half“, „less“ und „bits“ verstehen. Montforts eigener Beitrag besteht aus den ersten drei Wörtern, dem lediglich expositorischen ersten Satz („Watt heard voices“) und den acht zusätzlichen Elementen. Sowohl Becketts Text als auch die Erweiterungen werden jedoch rein durch den Code generiert. Es wird ausgegeben, was Beckett tatsächlich geschrieben hat (der kursive Text), und was er nach seinen eigenen Regeln hätte schreiben müssen, hätte er seinen Satz durch die entsprechenden Elemente vermehrt (der fettgedruckte Text).

All das lässt sich klar am Python-Quellcode des Programms erkennen, den Montfort im Anhang des Buches abdruckt:³³

```
1 ##### THE VOICES
2 text.append('\n# \n\n') 3
def combine(num, words):
4     final = []
5     if num > 0 and len(words) >= num:
6         if num == 1:
7             final = final + [[words[0]]]
8         else:
9             final = final + [[words[0]] +
10                c for c in combine(num - 1, words[1:])]
11         final = final + combine(num, words[1:])
12 return final
480 13 ## In Watt the voices = ['sang', 'cried', 'stated', 'murmured']
```

```

14 ## And Watt understood = ['all', 'much', 'little', 'nothing']
15 ## Here the voices did eight things and there are eight levels:
16 voices = ['sang', 'cried', 'stated', 'murmured', 'babbled', 'chattered', 'ranted',
    'whispered']
17 understood = ['all', 'most', 'much', 'half', 'little', 'less', 'bits', 'nothing']
18 para = ""
19 preface = 'and sometimes they'
20 for num in range(len(voices)):
21     for word_list in combine(num + 1, voices):
22         para = para + preface + ' and ' + join(word_list)
23         if len(word_list) == 1:
24             para = para + ' only'
25 para = ('Watt heard voices. Now these voices', + para[5:]
+ ' ', all together, at the same time, as now, to mention ' +
'only these ' + spelled_out[len(voices)] + ' kinds of voices, for' +
'there were others. And sometimes Watt understood ' +
'; and sometimes he understood ' + join(understood) + ', as now.')
26 text.append(para)

```

Nachdem Montfort in den Zeilen 3–12 die Funktion *combine* definiert hat – ein Teilprogramm, das am Ende den endgültigen Text zusammensetzt –, zeigt er, wie Becketts eigener Text als eine Menge von Elementen einer Listenvariablen (manchmal ‚Array‘ genannt) verstanden werden kann, also als einzelne Variable, die eine Reihe von Elementen enthält. Hier, in Zeile 13, heißt die Variable *voices* und ihre Werte lauten „sang“, „cried“, „stated“, „murmured“ – also genau jene Verben, die in *Watt* permutiert werden. Da dieser Zeile aber das Rautezeichen vorangestellt ist, erkennt der Python-Interpreter, dass sie lediglich ein *Kommentar* ist, der nicht ausgeführt werden soll, und ignoriert sie. Becketts ursprüngliches Konzept ist im Code noch vorhanden, wurde aber ‚ausgeknipst‘.

Stattdessen definiert die Zeile 16 – die ausführbar ist – die neue Listenvariable, diesmal erweitert um Montforts Beitrag. Sie enthält neben den ursprünglichen vier Verben auch die vier zusätzlichen: „babbled“, „chattered“, „ranted“ und „whispered“. Dasselbe geschieht für die Variable „understood“ – zuerst listet Montfort in einem Kommentar in Zeile 14 die vier ursprünglichen Elemente auf, dann in Zeile 17 seine erweiterte Reihe.

Der Rest dieses kurzen Codeabschnitts setzt diese Elemente zusammen. Zeile 18 definiert die leere Variable *para* – ihr wird am Ende der fertige Text zugewiesen –, Zeile 19 die Variable *preface*, die die regelmäßig wiederkehrende Aussage „and sometimes they“ enthält. In den Zeilen 20 bis 23 folgt eine doppelt geschachtelte Schleife: Sie durchläuft die Listenvariable *voices* und fügt die in *preface* gespeicherten Worte „and sometimes they“ hinzu. Schließlich wird in Zeile 25 der erste Satz (der mit den Stimmen) vervollständigt, und der zweite Satz (der über

das Verstehen) angehängt. Im zweiten Satz werden die Elemente nicht permutiert, sondern einfach die in der Variablen „understood“ gespeicherten Werte aufgelistet. Das Ergebnis ist der neue, erweiterte Text – den ich nicht komplett abdrucken kann, weil er exponentiell angewachsen ist und nun 27 Seiten umfasst.

Megawatt stellt eine Form algorithmischer Einfühlung dar, die nicht Kopie, sondern Rekonstruktion ist. Aber während *Megawatt* für *Watt* durchaus dem nahekommt, was Jorge Luis Borges *Pierre Menard* für Cervantes' *Don Quixote* ist – ein literarisches Reenactment –, ist es andererseits, da nicht nur rekonstruktiv, sondern produktiv, auch das, was *Ulysses* für die Odyssee ist: ein Mehr, das über die Vorlage hinausgeht. Überdies ist *Megawatt* nicht bloß als literarisches Produkt interessant, als Adaption eines bestehenden Textes, es produziert tatsächlich auch Wissen über Becketts Text, indem es eine hermeneutische Bewegung nachvollzieht, wenn auch eine nicht-anthropozentrische. Diese beginnt mit der Rekonstruktion des Originals, wobei die immanente Regel aus Becketts Original explizit gemacht, aber in Kommentarzeilen ausgeschaltet wird; und sie geht über zur Extrapolation dieser nun explizit gemachten Regeln und ihrer Erweiterung. Die Erweiterung dient dabei als Nachweis für das Verständnis von Becketts Prinzip. Dass diese Form der Rekonstruktion möglich ist, stützt dabei Jessica Pressmans These, dass die digitale Literatur zu den Operationen der historischen Avantgarden zurückkehrt, diese aber – als *digital modernism* – mit angemesseneren Mitteln und konsequenter umsetzt. Und schließlich legt Montforts Buch auch nahe, dass Becketts Original *selbst* algorithmisch ist, eine Art proto-digitaler Literatur. Indem *Megawatt* *Watt* nicht nur nachahmt, sondern gewissermaßen sprengt, nicht nur imitiert, sondern über sich selbst hinaustreibt, hebt es jene Teile von *Watt* hervor, die sich am besten für die digitale Exploration eignen – und das auf eine hermeneutisch gewinnbringende Weise.

Megawatt ist ein aktuelles Beispiel für das *sequenzielle Paradigma* als ältester Art von generativer und tatsächlich „genuin digitaler Literatur“. ³⁴ Ich habe auf die Explikation seines Codes einige Zeit verwendet, um zu veranschaulichen, wie gut man durch die genaue Lektüre des Quellcodes ein Gefühl für seine innere Arbeitsweise bekommen kann: jeder Schritt seiner Sequenz ist klar vor uns ausgelegt. ³⁵

Als Gegensatz zum sequenziellen Paradigma möchte ich die neueste Art generativer Kunst als *konnektionistisches Paradigma* bezeichnen. ³⁶ Dazu gehören Arbeiten wie „Edmond de Belamy“ und Textgeneratoren wie GPT-2 und GPT-3. Mit ‚konnektionistisch‘ beziehe ich mich auf mehrschichtige KNNs als die am weitesten verbreitete Technologie des maschinellen Lernens (*deep learning*). ³⁷ KNNs folgen, zumindest auf einer sehr grundlegenden und vereinfachten Ebene, der Logik des Netzwerks von Verbindungen (Konnexionen) zwischen Neuronen und Synapsen im Gehirn. In seiner abstraktesten Form besteht ein neuronales Netz aus drei Hauptelementen: einer Eingabe-

schicht, einer oder mehrerer versteckten Schichten und einer Ausgabeschicht. Tiefe KNNs umfassen eine Vielzahl von verborgenen Schichten, die aus ‚Neuronen‘ zusammengesetzt und durch ‚Synapsen‘ verbunden sind, deren Verbindungsstärken die Wirkung auf das nächste Neuron bestimmen. Das Ziel eines KNN ist es, eine mathematische Funktion zu erstellen, die die Eingabedaten einer gewünschten Ausgabe anpasst; das resultierende Modell kann verwendet werden, um Ausgaben zu erzeugen, die den Eingaben ähneln. Der zentrale Punkt ist jedoch, dass ein neuronales Netz nicht *explizit programmiert* werden kann; neuronale Netze *lernen implizit* durch einen wiederholten Prozess des Vergleichs von Eingabe und Ausgabe und der Anpassung der Funktion anhand der in jeder Iteration auftretenden Fehler. Es gibt dabei keinen Code, der zu inspizieren wäre, sondern nur eine Liste von Zahlen, die die Struktur des Netzes und ihre gewichteten Verbindungen darstellen; eine solche Liste ist jedoch ausgesprochen schwer zu interpretieren. Dies ist das berühmte ‚Blackbox‘-Problem neuronaler Netze.³⁸

Das Porträt von Edmond de Belamy ist ein Beispiel für das konnektionistische Paradigma: Trainiert auf einen Datensatz von 15 000 Porträts aus dem vierzehnten bis neunzehnten Jahrhundert, erzeugte das neuronale Netz eine Ausgabe, die den Werken des Trainingsatzes statistisch ähnelt.³⁹ Da die Grundoperation darin besteht, eine Eingabe an eine Ausgabe anzupassen, wurden neuronale Netze bisher meist dazu verwendet, die stilistischen Merkmale der Trainingsmenge *zu reproduzieren*, allerdings ohne die Möglichkeit, die Regeln, nach denen dies geschieht, auch explizit zu definieren. Weil Wiederholung in der Natur von neuronalen Netzen liegt, müssen ihre Konstrukteure sich darum bemühen, das Phänomen des sogenannten „overfitting“ zu vermeiden, bei dem nicht nur eine mit dem **Input ähnliche, sondern identische Ausgabe** reproduziert wird.⁴⁰ Normalerweise geschieht dies entweder durch das Einführen von Rauschen oder durch die Begrenzung der Trainingsdatensmenge. Im Fall von „Edmond de Belamy“ scheint es, dass das Training abgebrochen wurde, bevor die Ähnlichkeit mit den Eingabemodellen zu stark wurde, was dem Porträt seine spektrale Qualität verleiht.

In der KI-Literatur sind ähnliche Effekte zu beobachten, die durch das Versagen semantischen Verständnisses auf Seiten des Modells hervorgerufen werden. Fast schon kanonisch ist *Sunspring* aus dem Jahr 2016 von Ross Goodwin, ein KI-generiertes Filmskript, das anschließend professionell produziert wurde. Goodwin trainierte ein neuronales Netz (namens „Benjamin“) auf über 300 Science-Fiction-Filmskripte und ließ es ein neues ausgeben. Während das proprietäre Modell von GPT-3 beeindruckend kohärenten Text produzieren kann, bleiben die meisten, ‚selbstgebauten‘ Modelle durch begrenzte Netzwerkgrößen und Trainingssätze eingeschränkt. Ebenso neigt *Sunspring* in seiner Aneinanderreihung von inkongruenten Elementen zum Absurden, mit Regieanweisungen wie: „He picks up a light screen and fights

the security force of the particles of a transmission on his face.“⁴¹ Wie bei den meisten Werken der KNN-Literatur ist davon auszugehen, dass hier noch Handarbeit, zumindest Selektion im Spiel war – sicher wissen können wir es aber nicht, da es keinen Code gibt, den wir wie im Fall von *Megawatt* studieren könnten. Das Werk bleibt nicht nur so opak wie die sprichwörtliche Black Box, sondern auch so undurchsichtig wie der Geist des ‚Genies‘.

III. Für eine Kritik ästhetischer KI

Es gibt eine Reihe fundamentaler Unterschiede zwischen dem sequenziellen Paradigma der generativen Literatur, das lineare Algorithmen verwendet, und dem konnektionistischen Paradigma, das auf KNNs basiert; diese Unterschiede können helfen, eine ästhetische KI-Kritik zu entwerfen, die ihre Werke nicht einfach mit menschlichen Werken vergleicht.

Der erste Unterschied besteht darin, dass ein klassischer Algorithmus explizit angegebene Verfahrensregeln benötigt, während ein neuronales Netz durch Beispiele lernt und seine Erzeugungsregeln nicht unmittelbar sichtbar sind. Während Montfort die Anzahl der Wörter und ihre mögliche Position in einem Satz auswählen konnte, wurden bei der Produktion von „Sunsprings“ Skript keine solchen Entscheidungen getroffen. Vielmehr wird der Text durch den Trainingsprozess des KNNs erzeugt, der auf einem Satz von Trainingsdaten basiert. Das erste Paradigma funktioniert also ‚top-down‘, das zweite ‚bottom-up‘; bei dem einen stehen die expliziten Regeln am Anfang, bei dem anderen werden die impliziten Regeln (das statistische Modell) am Ende generiert. Der klassische Algorithmus funktioniert zudem deterministisch, wobei ein identischer Anfangszustand immer einen identischen Endzustand erzeugt; KNNs hingegen arbeiten per statistischer Induktion, die unscharf ist – *by design*, denn sie folgen dem informatischen Ansatz des „approximate computing“, dessen Priorität gerade nicht auf der Genauigkeit ihrer Ergebnisse, sondern auf der Effizienz der Verarbeitung großer Datenmengen liegt.⁴² Aus diesem Grund täte sich ein KNN auch um ein Vielfaches schwerer damit, *Watt* so exakt zu rekonstruieren wie *Megawatt*.

Hieraus folgt ein zweiter Punkt: Für das sequenzielle Paradigma ermöglichen explizite Regeln und der deterministische Prozess ein höheres Maß an Transparenz. Offensichtlich ist der Code selbst lesbar, womöglich wichtiger aber ist, dass es auch relativ leicht ist, die zugrundeliegenden Regeln abzuleiten, indem man das Programm wiederholt ausführt und dessen Ausgabe beobachtet. Das ist bei neuronalen Netzen schwerer, deren Innenleben zwar nicht unmöglich nachzuvollziehen ist – „explainable AI“ arbeitet daran⁴³ –, aber als komplexe statistische Modelle nicht einfach auf explizit formulierte (und formulierbare) Regeln reduziert werden können. Die Beobachtung der Aus-

gabe von KNNs mag zwar vage Hinweise auf dessen inneren Prozess geben, kann aber nie exakte Vorhersagen ermöglichen.

Dieses Problem wird drittens noch dadurch verschärft, dass, während lineare Algorithmen eine strikte Trennung zwischen Programm und Daten, zwischen prozeduralen Regeln und Elementen in einer Datenbank vornehmen, das ‚Wissen‘ in einem neuronalen Netz nicht an einem bestimmten Ort lokalisiert ist. Vielmehr sind Daten und ‚Programm‘ als statistische Abhängigkeit über das ganze System verteilt. Konnte Montfort noch auf Wortlisten aufbauen, so ist *Sunspring* – unter Verwendung eines LSTM-RNN-Netzes – zeichenbasiert, so dass keine tatsächlichen Wörter im Modell kodiert sind, sondern nur die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Zeichen auf das nächste folgt.⁴⁴ Anstatt nach atomistischen Elementen vorzugehen, die ein Ganzes aus individuellen Teilen zusammensetzen, haben neuronale Netze emergente Eigenschaften, die, metaphorisch ausgedrückt, nach einer ‚Gestalt‘logik funktionieren.⁴⁵ Hier sind Ganzheiten nicht einfach auf ihre Teile reduzierbar, vielmehr erlaubt es der Trainingsprozess dem KNN, die Gestalt von ‚so etwas wie‘ einem Gemälde im Stil des Manierismus des 19. Jahrhunderts oder die Gestalt von ‚so etwas wie‘ einem Science-Fiction-Film zu erlernen.⁴⁶

Viertens spielt ein nicht unumstrittener Punkt eine Rolle, den der deutsche Medientheoretiker Andreas Sudmann in die Diskussion eingeführt hat: Ein linearer Algorithmus mit seinen in einem Flussdiagramm darstellbaren Wenn-dann-Bedingungen folgt der digitalen Logik diskreter Zustände – Ein und Aus, Null und Eins, *tertium non datur*. Zwar feuern auch in neuronalen Netzen die ‚Neuronen‘ in jeder Schicht entweder oder nicht, aber die Gewichtungen, die ihre Aktivierung hemmen oder verstärken, werden durch Fließkommazahlen auf annähernd analoge, auf „quasi-analoge Weise“ beschrieben, wie Sudmann es ausdrückt. Wenn das konnektionistische Paradigma quasi-analog ist, steht es tatsächlich in einem fundamentalen Gegensatz zum sequenziellen Paradigma.⁴⁷ Man muss Sudmann nicht bis zu diesem Extrem folgen, aber klar ist, dass es einen radikalen Unterschied in der technischen Substanz der beiden Systeme gibt. Und dieser technische Unterschied muss sich, meine ich, in einen Unterschied in der *ästhetischen Theoretisierung* solcher Systeme niederschlagen.

Ein Ansatz für eine solche ästhetische Kritik der von KNN-basierten Werke wäre es, zu untersuchen, in welcher Weise sich das sequenzielle und das konnektionistische Paradigma zu einem der ältesten ästhetischen Konzepte verhalten, dem der *Mimesis*. Denn sowohl *Megawatt* als auch *Sunspring* folgen einer Logik der Nachahmung, aber sie tun dies auf radikal unterschiedliche Weise: Von Montforts Buch könnte man sagen, dass es sich an das hält, was Hans Blumenberg Nachahmung als „Konstruktion“ genannt hat – die Annäherung an einen bestehenden Zustand durch die Herleitung jener Regeln, die den ihn hervorbringenden Prozessen zugrunde liegen. *Sunspring* da-

gegen würde eher dem Modell der *imitatio naturae* folgen, der bloßen Wiederholung des Realen, ohne solche prozessuale Einsicht. Für Blumenberg sind beide Mimesismodelle deutlich mit der Frage nach dem Neuen verbunden: Die Konstruktion verweist auf die Möglichkeit, über das Gegebene hinauszugehen, indem man die Regeln seiner Erzeugung auf anderes anwendet, wie *Megawatt* zeigt, und ist damit dezidiert modern. Die *imitatio naturae* dagegen ist auf die Welt als verbindlicher Vorrat an Darzustellendem angewiesen und gehört, so Blumenberg, einer antiken Ästhetik an.⁴⁸ Ich möchte nicht behaupten, dass neuronale Netze in irgendeiner Weise ästhetisch *vormodern* wären, aber ich glaube, dass die Frage nach dem Neuen und insbesondere nach dem Wechselspiel zwischen Neuheit und Nachahmung in Bezug auf diese Technologie eine fruchtbringende Forschungsfrage ist.⁴⁹

Anstatt diesen Weg zu verfolgen, möchte ich mich hier jedoch auf eine andere Möglichkeit des Vergleichs zwischen dem sequenziellen und dem konnektionistischen Paradigma konzentrieren. Sie konfrontiert uns mit den Konsequenzen dieser Unterscheidung für die Medientheorie und wirbt für eine doppelt *medienspezifische* Analyse – sie ist *media- and medium-specific*.

Die Anglizismen sind in diesem Fall unumgänglich, denn manche Begriffe verflachen in ihrer Übersetzung. Dazu gehört der Begriff des Mediums, den das Englische sowohl als *medium* wie als *media* kennt. Es ist keine neue Beobachtung – sie wurde unter anderem von Rosalind Krauss, Florian Cramer und Alan Liu gemacht –, dass der Begriff *medium* mehrere Disziplinen durchquert, die ihn auf unterschiedliche Weise verwenden.⁵⁰ Die beiden Hauptdisziplinen sind die Kunstgeschichte – mit *medium* im Singular und *mediums* im Plural – und die Medientheorie, einschließlich der Digital Humanities – mit *medium* im Singular und *media* im Plural (wobei, wie Alan Liu bemerkt hat, hier zunehmend *media* auch im Singular gebraucht wird).⁵¹ Die erste Verwendung, im Sinne eines künstlerischen Mediums wie Malerei oder Skulptur, geht auf das 18. Jahrhundert zurück, aber seine Bedeutung im 20. Jahrhundert ist vor allem mit dem Kunstkritiker Clement Greenberg verbunden. Er führte in den 1940er Jahren den deskriptiv-normativen Begriff der *medium-specificity* ein und argumentierte für die innere Differenzierung zwischen den Medien der Künste.⁵² Greenberg griff einen Gedanken Gotthold Ephraim Lessings auf, der bereits in seinem Aufsatz „Laokoon“ für die Trennung der bildenden Künste von der Literatur nach ihrer inhärenten Strukturlogik plädiert hatte: Während die Literatur in ihrer linearen Textualität inhärent temporal ist, eine Reihe in der Zeit, und damit am ehesten geeignet, Handlungen zu repräsentieren, befassen sich die bildenden Künste mit zusammenhängenden Dingen im Raum, also ihrer Ausdehnung, und sind damit besser geeignet, Objekte darzustellen.⁵³ Greenberg dehnte dieses Argument auf die Medien der bildenden Künste selbst aus und fand in der fortgeschrittensten modernen Kunst eine Tendenz zur Trennung von Malerei und Skulptur, die sich in seiner Zeit maxi-

mal ausdifferenziert hatte. Für ihn wie für Lessing ist das Ausmaß, in dem ein Kunstwerk die spezifischen strukturellen Merkmale seines Mediums hervorhebt, ein Maß für seine künstlerische Reinheit. Und während Greenberg ursprünglich nur einen historischen Differenzierungsprozess aufzeigen wollte, erlangte *medium-specificity* schließlich normativen Rang.⁵⁴ Wenn also nach Greenberg das, was die Malerei von anderen Medien unterscheidet, Zweidimensionalität, *flatness*, ist, dann sind jene Gemälde am reinsten, die am flachsten sind – also abstrakte Gemälde, denen alle räumliche Illusion abgeht; Dreidimensionalität gehört nicht zum Medium der Malerei, sondern zu dem der Skulptur.

Die zweite Verwendung des Begriffs *medium* – im Sinne eines Kommunikationskanals – steht meist im Zusammenhang mit einem normalerweise unbeachteten, aber mit einer eigenen Ideologie ausgestatteten Träger von Information, wie er von Marshall McLuhan in die Medientheorie eingeführt wurde. McLuhan definierte Medien zwar als *extensions of man*, beschränkte sich jedoch auf Massenmedien und elektronische Medien im engeren Sinne.⁵⁵ Die zeitgenössische Medientheorie hat die Tendenz, den Gebrauch des Wortes auf so ziemlich alles auszudehnen, was als Vermittler zwischen zwei Bereichen fungiert; aus diesem Grund hat die proteische Natur der Medien die Identifizierung von *mediums* und *media* begünstigt. Aber es könnte gute Gründe geben, diese Verwechslung zu vermeiden oder zumindest auf der Besonderheit jedes Mediums zu bestehen. In ihrem Essay „Print Is Flat, Code Is Deep“ von 2004 prägte Katherine Hayles den Begriff *media-specificity* – die Anspielung auf Greenberg fällt bereits im Titel, obwohl Hayles seinen Namen nicht nennt.⁵⁶ „Media-specific analysis“ bedeutet, die Materialität von Medien zu fokussieren; für digitale Literatur folgt daraus die Anerkennung, dass elektronische Werke – im Gegensatz zu gedruckten Büchern – Oberflächentexte haben, aber auch einen zugrundeliegenden Code, der diese Oberflächentexte bestimmt.

Doch für Hayles ist die Kontrastfolie zur elektronischen Textualität immer noch das gedruckte Buch – elektronische und nicht-elektronische Literatur sind die beiden wichtigsten operativen Kategorien. Meine Unterscheidung zwischen dem sequenziellen und dem konnektionistischen Paradigma deutet jedoch darauf hin, dass eine weitere ästhetische Binnendifferenzierung möglich und nötig ist – nicht anders als Greenberg Lessings Trennung zwischen Literatur und bildender Kunst erweiterte, um Letztere erneut zu unterteilen. Alle Ansätze, die diese Binnendifferenzierung übergehen, machen sich nicht nur, in den Worten Matthew Kirschenbaums, der Privilegierung der ‚formalen Materialität‘ (Kalkül und Symbolsystem) zuungunsten der ‚forensischen Materialität‘ (konkrete maschinelle Implementierung) schuldig, wie bei allen Theorien, die von Computern ausgeführte Algorithmen als letztlich identisch mit manuellen Regelschritten und so etwa Oulipo-Prozesse bereits als digital verstehen. Mehr noch, ignoriert man den Unterschied zwischen dem sequenziellen und dem konnek-

tionistischen Paradigma, weil beides irgendwie ‚mit dem Computer‘ geschieht, übersieht man zudem, dass nun nicht nur die forensische, sondern auch die *formale* Materialität von ihren Vorgängern abweicht: Lineare Algorithmen und KNNs teilen nicht einmal mehr dieselbe Logik von deterministischen Regelschritten, von ihrer technischen Implementierung ganz zu schweigen.

Ich möchte nur zwei Beispiele für die Notwendigkeit dieser weiteren Differenzierung anführen, die zeigt, dass das bisherige theoretische Arsenal generativer Literatur erschöpft ist. Mit dem Aufkommen des konnektionistischen Paradigmas ergibt es nur noch wenig Sinn, von dem zu sprechen, was Lev Manovich in *The Language of New Media* die „database logic“ elektronischer Textualität genannt hat, in der jedes Element die gleiche Bedeutung hat wie jedes andere, weil das Arrangement dieser Elemente variabel ist.⁵⁷ Wenn es aber keine explizit kodierten Elemente mehr gibt, auf die einzeln zugegriffen werden kann – keine ‚database‘ –, sondern nur noch statistische Abhängigkeiten, die über das ganze System verteilt sind, haben wir es nicht mehr mit einer Datenbanklogik, sondern mit etwas völlig anderem zu tun. Auch die vom Literaturwissenschaftler Espen Aarseth eingeführte Unterscheidung zwischen „texton“ und „scripton“ – einer Zeichenkette, wie sie in der Ausgabe erscheint, etwa auf einem Bildschirm, und einer Zeichenkette, wie sie im Code steht und unterschiedlich instanziiert werden kann – verliert ihre Beschreibungskraft, wenn „textons“ *nirgends* mehr im Code verortet sind, ja, wenn es in neuronalen Netzen gar keinen *Code* im traditionellen Sinn gibt.⁵⁸ Die Metapher von „Tiefe“ und „Oberfläche“, auf die sich Hayles verließ und die immer noch die Möglichkeit impliziert, Letztere mit Ersterer zu verbinden, muss angesichts der radikal anderen Struktur des Konnektionismus und seiner tendenziellen Opazität neu überdacht werden.⁵⁹ Das konnektionistische Paradigma erschüttert damit einige der grundlegenden Denkweisen über elektronische Textualität und digitale Literatur im Besonderen.

Im letzten Teil dieses Essays will ich auf die Folgen eingehen, die diese Erkenntnis für die Beurteilung der Werke digitaler Literatur hat. Während Hayles' *media-specificity* auf die normative Ausrichtung von Greenbergs *medium-specificity* verzichtet und nur eine Art der Analyse beschreibt, die die Besonderheiten eines Mediums berücksichtigt, glaube ich, dass es nützlich sein könnte, etwas von dieser Normativität wieder aufleben zu lassen. Die Bedeutung von *Megawatt* besteht zum Teil darin, dass die ihm zugrundeliegende Struktur, der lineare Algorithmus, die Struktur des resultierenden Textes so gut widerspiegelt. Mit dem konnektionistischen Paradigma entsteht eine neue Form der visuellen und textuellen Kunst, und es ist noch nicht klar, wozu sie fähig ist. Aber weil das so ist, sollte die ästhetische *Kritik* solcher Werke vielleicht denjenigen besondere Aufmerksamkeit schenken, die die Spezifität ihres Mediums untersuchen, und zwar in beiden Bedeutungen des Wortes.

IV. Medienspezifische Kategorienverwechslungen

Ich möchte versuchen, ein Beispiel für diesen Gedanken zu geben. Eine Leserin dieses Aufsatzes könnte sich fragen, warum ich in einem Text über digitale Literatur auch auf visuelle Werke Bezug genommen habe. Damit habe ich angedeutet, dass ein und dasselbe Medium (*media*) – neuronale Netze – mit unterschiedlichen Medien (*mediums*) – Text und Bild – arbeiten kann (und hier beziehe ich mich eher auf Lessing als auf Greenberg). In der Verbindung beider Unterscheidungen mag man sogar noch weiter differenzieren, denn nicht alle neuronalen Netze sind für alle Medien nützlich. Die grundlegendste KNN-Architektur zur Erzeugung von Bildern sind *convolutional neural networks* (CNNs), während für Texte sogenannte *recurrent neural networks* (RNNs) verwendet werden. Sie arbeiten aufgrund der Struktur des von ihm Produzierten auf unterschiedliche Weise; sie sind, könnte man sagen, verschiedene *media*, die verschiedene *mediums* erzeugen (Abb. 3).

Digitale Bilder sind kontinuierlich in zwei Dimensionen; ihre kleinste Einheit ist das Pixel mit einem Farbwert, das in einer Matrix angeordnet ist, die für gewöhnlich über alle Elemente des Datensatzes hinweg gleich bleibt (alle Trainingsbilder haben etwa die Größe von 512 x 512 Pixeln). Die Beziehung zwischen Pixeln basiert auf der Korrelation qua Nähe: Je näher zwei Pixel beieinanderliegen, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie in einer sinnvollen Beziehung zueinander stehen und ein übergeordnetes Ganzes bilden.

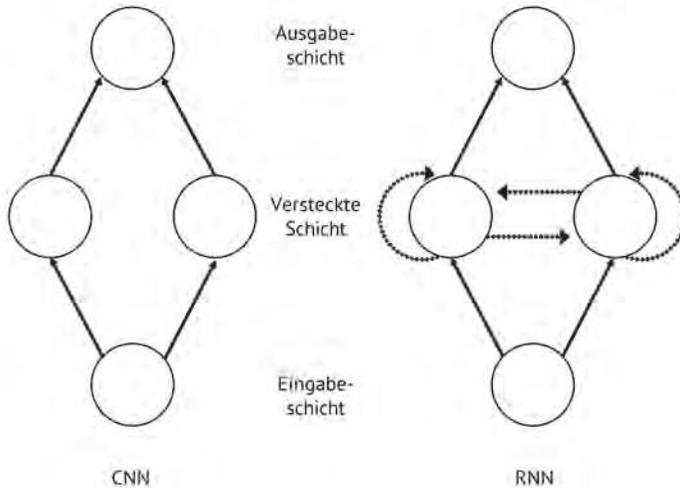


Abb. 3 Convolutional Neural Network (links), Recurrent Neural Network (rechts), adaptiert aus: Margaret Mitchell, *Artificial Intelligence. A Guide for Thinking Humans*, London: Pelican 2019.

winnig oe that vout hei b y iurtes wò to yot niene toeng naire had
sneyiz out are andet b hareesl or hualtris ote daegrral.

This sta there arehge imit the ioun nin oocn còrnas the c hoitt
chalit halltgs me thore tleang thore the arenes t go nio und tho and
amli die yled mu tac ob weans is yachr toeae kenidpise. Thures
tunds te yure oante anenes goure oral cinnos boiurls giatitc. Soun
shane hutlls ofo teim or nearle the porhls vio ob foily then
andiest thastt wedt thore gfe' bad feal ba thet sher thoter rni hatre
vndic thic th arey' tout flame megzacs

Skire ad yoy a tle thati hoit wilv hor toa more mcaes nnyt
wnye p hies me mci oe si thel badt end and the kallilz and
wagnatc. Ad weres ynd arant yotli soe itaie monist hadt ye
wuing be flon ic yot theoe al tosl mat the niards maye vou ae
paie biere anie ticy' and the the mo ooye ofitae koraeesy.

Toos of outitit therast mane mov crat da far the haine thoesel
houds to yot oean: thes sh sheng' de wi þhçbòitt. i flearg

Abb. 4 Allison Parrish, Ahe Thd Yearidy Ti Isa (2019)

Ein CNN nutzt diese Logik der Kontiguität in einem Bottom-up-Prozess, um wesentliche Merkmale aus dieser Pixelmatrix zu extrahieren, indem jede der versteckten Schichten damit beauftragt wird, die hervorstechenden Muster der vorherigen Eingabeschicht zu erkennen. Da dies progressiv zwischen den Schichten geschieht, ist hier ein Abstraktionsprozess am Werk: Die erste Schicht betrachtet vielleicht eine Kombination von einigen Pixeln und gibt das Ergebnis an die nächste Schicht weiter, die nun eine Kombination von mehreren Pixeln betrachtet, und so weiter. Es ‚denkt sich‘ also, könnte man sagen, von Kanten über einfache Formen bis zu komplexen Objekten ‚hinauf‘.⁶⁰

Text hingegen erfordert ein anderes Verfahren. Im Gegensatz zu einem Bild, das aus Pixeln besteht, ist er nicht kontinuierlich in zwei Dimensionen mit gleichen Grundeinheiten, die vorgegebene Werte (Farbwerte) annehmen. Vielmehr ist Text eindimensional kontinuierlich und seine Grundeinheit ist das alphanumerische Zeichen. Der Unterschied in der Dimensionalität von textverarbeitenden RNNs erfordert eine andere Struktur als die von bildverarbeitenden CNNs. RNNs müssen sich an frühere Zeichen ‚erinnern‘ können, um komplexe statistische Modelle über deren wahrscheinliches Auftreten zu erstellen, weshalb die Neuronen ihrer Netze nicht nur mit der nächsten Schicht,

sondern auch mit sich selbst verbunden sind (dies ist der Netzwerktyp, der für *Sunspring* verwendet wurde). Ein CNN befasst sich normalerweise nicht mit Text, während ein RNN seltener für Bilder verwendet wird; *medium* und *media* sind korreliert.

Während die tatsächliche Funktionsweise neuronaler Netze deutlich komplexer ist – GPT-3 etwa beruht auf einer sogenannten Transformerarchitektur, die zwar auch eindimensional, aber in mehrere Richtungen simultan arbeitet –, ist diese Dichotomie dennoch nützlich, um unser medienästhetisches Urteilsarsenal zu verfeinern. Diesem Gedankengang folgend können digitale Literatur und Kunst entlang zweier Achsen diskutiert werden: in Bezug auf ihre *media-specificity* als dem Bewusstsein ihrer technischen Strukturen und Affordanzen; aber auch gemäß ihrer *medium-specificity* als dem Bewusstsein der internen künstlerischen Logik des Mediums, in dem sie operieren. Im sequenziellen Paradigma ist *Megawatt* ein Beispiel für eine Parallelität von beidem: die Struktur des *media*, der lineare Algorithmus, spiegelt die Struktur des *medium*, modernistische Literatur, ausgesprochen gut wider. Aber diese Achsen müssen nicht parallel zueinander verlaufen.

Eine ausgesprochen kluge Illustration des Zusammenspiels der *media/medium*-Achsen im konnektionistischen Paradigma ist Allison Parrishs unaussprechlicher Text *Abe Thd Yearidy Ti Isa* (2019).⁶¹ Er operiert mit einer absichtlichen Verwechslung und behandelt Text *als* Bild, indem er die entsprechenden KNN-Architekturen umkehrt und mit den asemischen Effekten spielt, die dieser technologische und semiotische Kategorienfehler erzeugt. Parrish verwendet einen bestimmten Typ von CNN, das sogenannte *generative adversarial network* (GAN), das sich bei der Generierung von Bildern als äußerst erfolgreich erwiesen hat.⁶² Seine Architektur teilt die Erzeugung und die Bewertung seiner Ausgabe in zwei separate Prozesse auf: Während der Generator Bilder erzeugt, hat der Discriminator die Aufgabe, zu beurteilen, wie nahe diese Bilder dem erwarteten Ergebnis kommen. In diesem Fall wurde das GAN mit Pixelbildern von Wörtern gefüttert. Hier liegt der Kategorienfehler: Solche Wort-Bilder sind menschen-, aber nicht maschinenlesbar und werden vom Computer nicht als Text registriert. Die verarbeitbare Information des Bildes ist also nicht identisch mit der Information, die das abgebildete Wort repräsentiert; seine technische Materialität ist von seiner Signifikanzfunktion getrennt. Das GAN behandelt Wörter *wie* Bilder, also *nicht anders als* Bilder; der Discriminator kann daher nicht, wie ein RNN, Zeichenketten aus diskreten Zeichen vergleichen, sondern nur statistische Verteilungen von Pixelwerten. Das Ergebnis sieht für den Discriminator wie Text aus, hat aber für Menschen keinen semantischen Wert, so dass Parrish von ihrem Werk als „*asemic novel*“ sprechen kann (Abb. 4). Das ist eine eminent nicht-menschliche Art des Lesens – ein probabilistisches Lesen: Text-als-Bild, gesehen durch die Augen einer Maschine. Und in einer letzten Wendung, als

wollte sie die Sinnlosigkeit des ganzen Prozesses herausstreichen, verwendet Parrish am Ende den ‚korrekten‘ Bild-zu-Text-Prozess. Das Buch *hat* schließlich einen Titel: *Ahe Thd Yearidy Ti Isa*. Um ihn zu erstellen, ließ Parrish das Titel-‚Bild‘ durch einen Texterkennungsalgorithmus laufen, der Pixelbilder in Text umwandelt – diesmal in ‚richtigen‘ Text, und auch wenn das Ergebnis immer noch unsinnig ist, ist dieser Unsinn nun tatsächlich maschinenlesbar (Abb. 5).

Ahe Thd Yearidy Ti Isa

Abb. 5 Allison Parrish, *Ahe Thd Yearidy Ti Isa* (2019). Titelblatt.

Dieses Spiel mit mehrfachen Verwechslungen und Umwandlungen lenkt die Aufmerksamkeit auf die Differenz von Text und Bild als *mediums*, indem es die für ihre Verarbeitung verwendeten *media* hervorhebt. Als asemisches Schreiben operiert Parrishs Arbeit an der Grenze zwischen Literatur und bildender Kunst und handelt mit nicht-semantischen, aber textähnlichen Strukturen; sie ist gerade dadurch *medium-specific*, dass sie sich weigert, Bedeutung zu tragen, und sie ist *media-specific*, indem sie diese Weigerung auf technischer Ebene reflektiert, weil sie ein CNN verwendet, wo ein RNN angemessen gewesen wäre. Das bricht die klare Parallelität von *Megawatt* zwischen *media* und *medium*, und zwar auf produktive Weise. Überdies ist *Ahe Thd Yearidy Ti Isa* eine sehr viel interessantere Verwendung von neuronalen Netzen mit einem viel komplexeren Begriff von Mimesis als *Sunspring* mit seinem einfachen Absurdismus oder „Edmond de Belamy“ mit seinem naiven Imitationismus. Indem Parrishs Arbeit absichtlich Standardverfahren verwechselt, erlaubt sie die einzige Art von algorithmischer Einfühlung, die neuronale Netze noch zulassen – sie legt zwar nicht das zugrundeliegende Konzept offen, bietet aber zumindest einen Einblick in deren ansonsten undurchschaubare Funktionsweise durch taktische, erhellende Kategorienfehler. *Ahe Thd Yearidy Ti Isa* gibt sich damit nicht dem prometheischen Unbehagen hin, sondern bietet eine nicht-anthropozentrische Verwendung von KI jenseits des bloßen Vergleichs mit konventionellen, ‚menschlichen‘ Werken.

Für eine Kritik ästhetischer KI, die immer noch ein Desiderat ist, kann diese Untersuchung der *inhärenten* Möglichkeiten und Grenzen eines neuen Mediums ein normatives Beispiel bieten. Das Problem mit digitalen KI-Werken, die lediglich ‚menschliche‘ Arbeiten simulieren, ist nicht so sehr, dass sie bloße Derivate sind, Simulationen von bereits existierenden, aber ‚analogen‘ Schemata. Vielmehr schränken sie durch ihr Beharren auf dem Vergleich mit

Menschen von vornherein ein, was in diesem neuen Medium möglich ist, statt sein Potential zu erkunden. In diesem Sinne ist mein Vorschlag zur Analyse der *media-* und *medium-specificity* vor allem als Korrektiv zu verstehen. Nicht jede Differenz in der Produktion braucht eine eigene Form der Kritik – aber wo die Form der Kritik selbst unausgegoren bleibt, indem sie digitale Werke nach den Maßstäben computerisierter ‚Genies‘ oder als bloße Wiederholung ihrer Vorgängerformen betrachtet, ist die Konzentration auf das Medium zumindest *eine* Möglichkeit, der eigentlichen Neuheit solcher Werke gerecht zu werden.

Der hier vorgetragene Vorschlag hat freilich einen Zeitkern und behandelt Arbeiten dieser Art als im Wortsinne bahnbrechend, in einer avantgardistischen Funktion. Er impliziert, dass, wenn sich diese Erkundung erschöpft hat, sie ihre heuristische Aufgabe erfüllt haben – um einer neuen Art von Literatur Platz zu machen, die die gewonnenen Einsichten frei nutzen und sich sogar von der doppelten Medienspezifität abwenden können. Doch um dorthin zu gelangen, täte man meines Erachtens gut daran, Hayles' Appell ernst zu nehmen: Die Fokussierung auf die Materialität des konnektionistischen Paradigmas – selbst durch Paradoxien wie im Fall Parrishs – kann so-wohl für die Analyse als auch für die Produktion zeitgenössischer digitaler Literatur eine echte Inspiration sein.

1 Dieser Text erschien zuerst auf Englisch als *Basel Media Cultures and Cultural Techniques Working Papers* Nr. 4, 2020. Ich danke Michel Chaouli, Julia Pelta Feldman, Annette Gilbert und Colin Lang für ihre Kommentare; ich bin auch den Diskutanten bei Veranstaltungen an der University of California, Santa Barbara, der TU Braunschweig und der Universität Lüneburg zu Dank verpflichtet, bei denen ich 2020 und 2021 die Gelegenheit hatte, Versionen dieses Essays als Vortrag zu präsentieren. Günther Anders, *Die Antiquiertheit des Menschen. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution*, München: Beck 1956, S. 23.

2 Vgl. Stefan Rieger, „Bin doch keine Maschine ...“ Zur Kulturgeschichte eines Topos“, in: Christoph Engemann und Andreas Sudmann (Hg.), *Machine Learning. Medien, Infrastrukturen und Tech-*

nologien der Künstlichen Intelligenz, Bielefeld: Transcript 2018, S. 117–142. **3** „Cybernetic Serendipity“, *The Magazine of the Institute of Contemporary Arts* 5 (1968), S. 2.

4 Vgl. zur Einführung: Ethem Alpaydin, *Machine Learning. The New AI*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2016 und John D. Kelleher, *Deep Learning*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2019.

5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edmond_de_Belamy.png

6 Vgl. Grant T. Taylor, *When the Machine Made Art. The Troubled History of Computer Art*, London: Bloomsbury 2014.

7 Ian Bogost, „The AI-Art Gold Rush Is Here“, *The Atlantic*, 6. März 2019, <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2019/03/ai-created-art-invades-chelsea-gallery-scene/584134/>. Vgl. für die Auseinandersetzungen mit KI in der Kunst:

Joanna Zylińska, *AI Art. Machine Visions and Warped Dreams*, 2020, und, journalistisch, Hanno Rauterberg, *Die Kunst der Zukunft. Über den Traum von der kreativen Maschine*, Berlin: Suhrkamp 2021.

8 Vgl. zu den politischen und ethischen Schwierigkeiten solcher Modelle Emily Bender u. a., „On the Dangers of Stochastic Parrots. Can Language Models Be Too Big?“, in: *FACCT '21*, dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922.

9 Alec Radford u. a. „Better Language Models and Their Implications“, *OpenAI Blog*, 14. Februar 2019, <https://openai.com/blog/better-language-models>. Zu den ausführlichsten Untersuchungen des poetischen Potenzials von GPT-3 und dem Vorgängermodell GPT-2 gehören die Texte von Gwern Branwen, vgl. „GPT-2 Neural Network Poetry“, 29. Oktober 2019, <https://www.gwern.net/GPT-2>; „GPT-3 Creative Fiction“, 11. Mai 2021, <https://www.gwern.net/GPT-3> und „On GPT-3. Meta-Learning, Scaling, Implications, and Deep Theory“, 3. Juni 2021, <https://www.gwern.net/newsletter/2020/05#gpt-3>.

10 Eines der Gedichte, die auf diesen ‚prompt‘ hin entstanden, lautet: „I must have shadows on the way / If I am to walk I must have / Each step taken slowly and alone / To have it ready made // And I must think in lines of grey / To have dim thoughts to be my guide / Must look on blue and green / And never let my eye forget / That color is my friend / And purple must surround me too // The yellow of the sun is no / Intrusive than the bluish snow / That falls on all of us. I must have / Grey thoughts and blue thoughts walk with me / If I am to go away at all.“ Tom B. Brown u. a., „Language Models Are Few-Shot Learners“, *ArXiv*, 28. Mai 2020, <http://arxiv.org/abs/2005.14165>, S. 49.

11 Vgl. exemplarisch die Position der Lyrikerin Ulla Hahn, die sich gegen poe-

tische KI wendet und die anthropologische differentia in der Dichtung affirmiert. Sie spricht von einer „Bedrohung dessen, was der Mensch als sein Alleinstellungsmerkmal vor allen fleischgewordenen Geschöpfen ansah: Sprachfähigkeit und Kreativität“, und stellt fest: „Sprache selbst ist sozial und hat moralische Dimensionen. Dichtung ist moralisch, ist human oder keine Dichtung.“ Ulla Hahn, „Wenn Roboter das Wort führen. Nachdenken über die Folgen Künstlicher Intelligenz“, in: *Krachkultur* 20 (2019), S. 14–54, hier S. 30 f., 48.

12 Marcus du Sautoy, *The Creativity Code. How AI is Learning to Write, Paint, and Think*, London: Fourth Estate 2019, S. 297, 302. Stephanie Catani hat dieselbe Anthropologisierung der Kreativität festgestellt und auf ihre kunstgeschichtlichen Vorgänger verwiesen, etwa Joseph Beuys' Gleichung „Kunst = Mensch = Kreativität = Freiheit“, Stephanie Catani, „Generierte Texte. Gegenwartsliterarische Experimente mit Künstlicher Intelligenz“, in: Andrea Bartl, Corina Erk, Jörn Glasenapp (Hg.), *Literatur, Film und Fernsehen der Gegenwart. Intermediale Schnittstellen und Verhandlungsräume*, Paderborn: Fink 2021, i. E.

13 Das gemahnt an die bereits von Alan Turing ablehnend zitierte Forderung Geoffrey Jeffersons: „Not until a machine can write a sonnet or compose a concerto because of thoughts and emotions felt, and not by the chance fall of symbols, could we agree that machine equals brain – that is, not only write it but know that it had written it. No mechanism could feel (and not merely artificially signal, an easy contrivance) pleasure at its successes, grief when its valves fuse, be warmed by flattery, be made miserable by its mistakes, be charmed by sex, be angry or depressed when it cannot get what it wants.“ Zit. nach Alan Turing,

„Computing Machine and Intelligence“, in: *Mind* 59, Nr. 236, S. 433–460, hier S. 445 f.

14 Arthur I. Miller, *The Artist in the Machine. The World of AI-Powered Creativity*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2019, S. 54.

15 Vgl. meine Kritik an der Idee, Kunst ließe sich als Kreativität operationalisieren: Hannes Bajohr, „Keine Experimente. Über künstlerische Künstliche Intelligenz“, in: *Merkur* 75, 864 (2021), S. 32–44.

16 Einzige Ausnahme ist Gerhard Richters *Permutationswerk 4900 Farben* (2007). Während du Sautoy anhand dieser Arbeit über die Verwendung von Mathematik in der Kunst nachdenkt, ignoriert er sie völlig als Beispiel für eine nicht-expressive, konzeptuelle Kunstpraxis, vgl. du Sautoy, *Creativity Code*, S. 92 f.

17 Vgl. Thorsten Ries, „Digitale Literatur als Gegenstand der Literaturwissenschaft“, in: Hannes Bajohr/Annette Gilbert (Hg.), „Digitale Literatur II“, *Text+Kritik*, München 2021.

18 Zit. nach N. Katherine Hayles, *Electronic Literature. New Horizons for the Literary*, Notre Dame: University of Notre Dame Press 2009, S. 3.

19 Vgl. Jessica Pressman, *Digital Modernism. Making It New in New Media*, Oxford: Oxford University Press 2014.

20 Vgl. Scott Rettberg, *Electronic Literature*, Cambridge: Polity 2019.

21 Vgl. Hannes Bajohr, „Das Reskilling der Literatur“, in: ders. (Hg.), *Code und Konzept. Literatur und das Digitale*, Berlin: Frohmann 2016, S. 7–21.

22 Vgl. Simon Roloff, „Halluzinierende Systeme. Generierte Literatur als Textverarbeitung“, in: *Merkur* 75, 864 (2021), S. 73–81.

23 Vgl. Kurt Beals, „Do the New Poets Think? It’s Possible“. *Computer Poetry and Cyborg Subjectivity*. *Configurations* 26, Nr. 2 (2018), S. 149–177.

24 Toni Bernhart ist dabei, den originalen Programmiercode für *Stochastische Texte* zu beschaffen. Eine erste Vorschau findet sich in Toni Bernhart, „Beiwerk als Werk. Stochastische Texte von Theo Lutz“, *editio*, Nr. 34 (2020), S. 180–206, sowie ders./Sandra Richter, „Frühe digitale Poesie. Christopher Strachey und Theo Lutz“, in: *Informatik Spektrum* 44 (2021), S. 11–18.

25 Nick Montfort, *Megawatt. A novel computationally, deterministically generated extending passages from Samuel Beckett’s „Watt“*, Cambridge, Mass.: Bad Quarto 2014. Ich habe das Buch im Code ins Deutsche übertragen als: Nick Montfort, *Megawatt. Ein deterministisch-computergenerierter Roman, Passagen aus Samuel Becketts „Watt“* erweiternd. Übertragen von Hannes Bajohr auf Grundlage der deutschen Erstübersetzung von Elmar Tophoven, Berlin: Frohmann 2019.

26 Samuel Beckett, *Watt*, New York: Grove Press 1970.

27 W. J. McCormack, „Seeing Darkly. Notes on T. W. Adorno and Samuel Beckett“, *Hermathena*, Nr. 141 (1986), S. 22–44, hier S. 24.

28 Vgl. Linda Ben-Zvi, „Samuel Beckett, Fritz Mauthner, and the Limits of Language“, *PMLA* 95, Nr. 2 (März 1980), S. 183–200, hier S. 183; Shane Weller, „Humanity in Ruins. Samuel Beckett“, in: ders., *Language and Negativity in European Modernism*, Cambridge: Cambridge University Press 2018, S. 90–125.

29 Beckett, *Watt*, S. 29. Vgl. auch Simon Roloffs Diskussion dieser Stelle, bei der er sich auf die englische Version des vorliegenden Aufsatzes beruft, Simon Roloff, „Halluzinierende Systeme“, S. 75 f.

30 Amanda M. Dennis, „Glitches in Logic in Beckett’s *Watt*. Toward a Sensory Poetics“, *Journal of Modern Literature* 38, Nr. 2 (2015), S. 103–116, hier S. 104.

- 31** Hugh Kenner, *The Mechanic Muse* New York: Oxford University Press, 1987, S. 91.
- 32** Montfort, Megawatt, S. 1, 7.
- 33** Ebd., S. 242 f.
- 34** Für diesen Begriff vgl. Hannes Bajohr/Annette Gilbert, „Platzhalter der Zukunft. Digitale Literatur (2001–2021)“, in: dies. (Hg.) „Digitale Literatur II“.
- 35** Eine solche „Quellcodekritik“ (Markus Krajewski) ist auch für andere Werke digitaler Literatur zu wünschen. Vgl. vorbildlich Mark Marino, *Critical Code Studies*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2020, dort v. a. die Lektüre von Nick Montforts „Taroko Gorge“, S. 199–226.
- 36** Vgl. zum Folgenden auch Hannes Bajohr, „Künstliche Intelligenz und Literatur. Theorie und Praxis konnektionistischen Schreibens“, in: ders./Annette Gilbert (Hg.), „Digitale Literatur II“.
- 37** Die Bezeichnung „konnektionistisch“ geht dabei auf die bahnbrechende Studie *Parallel Distributed Processing* zurück, die neuronale Netze – nach ersten Versuchen in den 1960er Jahren – ab den 1980ern mathematisch und informatisch erschloss, vgl. David E. Rumelhard, James McClelland und Geoffrey Hinton, „The Appeal of Parallel Distributed Processing“, in: David E. Rumelhard, James McClelland und PDP Working Group (Hg.), *Parallel Distributed Processing. Explanations in the Microstructure of Cognition*, Cambridge, Mass.: MIT Press 1986, S. 3–45, hier S. 43. Für den historischen und theoretischen Hintergrund neuronaler Netze, vgl. Hannes Bajohr, „Gestalt und Künstliche Intelligenz (1943 bis zur Gegenwart)“, in: Eva Geulen und Claude Haas (Hg.), *Formen des Ganzen*, Göttingen: Wallstein, i.E.
- 38** Davide Castelvecchi, „The Black Box of AI“, *Nature* 538, Nr. 6 (2016), S. 20–23.
- 39** Vgl. Jan Løhmann Stephensen, „Towards a Philosophy of Post-Creative Practices? – Reading Obvious‘, Portrait of Edmond de Belamy“, in: *Proceedings of POM Beirut 2019*, S. 21–30.
- 40** Kelleher, *Deep Learning*, 20.
- 41** Ross Goodwin (Benjamin), „Sun-spring“, 2016, <https://www.docdroid.net/ICZ2fPA/sunspring-final-pdf>. Vgl. auch Catani, „Generierte Texte“ und, was die Tendenz zum Absurden in KI-Literatur betrifft, Bajohr, „Künstliche Intelligenz und Literatur“.
- 42** Vgl. Weiqiang Lu, Fabrizio Lombardi und Michael Schulte, „Approximate Computing. From Circuits to Applications“, in: *Proceedings of the IEEE* 108, Nr. 12 (2020), S. 2103–2107.
- 43** Wojciech Samek und Klaus-Robert Müller, „Towards Explainable Artificial Intelligence“, in: Wojciech Samek u. a., *Explainable AI. Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*, Cham: Springer 2019, S. 5–22.
- 44** Vgl. den einflussreichen Blogbeitrag von Andrew Karpathy, „The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks“, Andrej Karpathy Blog, 2015, <https://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>.
- 45** Vgl. dazu Hannes Bajohr, „Die ‚Gestalt‘ der KI. Jenseits von Holismus und Atomismus“, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12, Nr. 2 (2020), S. 168–181.
- 46** Dies ist anhand KNN-Lyrik gut dargestellt in Boris Orekhov und Frank Fischer, „Neural Reading. Insights from the Analysis of Poetry Generated by Artificial Neural Networks“, *Orbis Litterarum* 75, Nr. 5 (2020), S. 230–246.
- 47** Andreas Sudmann, „Szenarien des Postdigitalen: Deep Learning als Medienrevolution“, in: Christoph Engemann und Andreas Sudmann (Hg.), *Machine Learning – Medien, Infrastrukturen und Technologien der künstlichen Intelligenz*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 55–73, hier S. 66.
- 48** Vgl. Hans Blumenberg, „‚Nachahmung der Natur‘. Zur Vorgeschichte der

Idee des schöpferischen Menschen“, in: ders., *Ästhetische und metaphorologische Schriften*, hg. v. Anselm Haverkamp, Frankfurt am Main: Suhrkamp 2001, S. 9–46, hier S. 41, 9ff. 13; Hans Blumenberg, „Paul Valéry's möglicher Leonardo da Vinci“, in: *Forschungen zu Paul Valéry/Recherches Valéryennes* 25 (2012), S. 193–227, hier S. 201 ff.

49 Dass KNNs, werden sie als autonome künstlerische Schöpfer verstanden, strukturell konservativ zu werden drohen, weil sie die Domäne ihrer Trainingsdaten nicht transzendieren können, vgl. Bajohr, „Keine Experimente“, S. 39.

50 Rosalind Krauss, „A Voyage on the North Sea“. *Art in the Age of the Post-Medium Condition*, London: Thames & Hudson 1999; Cramer, „Nach dem Koitus oder nach dem Tod? Zur Begriffsverwirrung von ‚Postdigital‘, ‚Post-Internet‘ und ‚Post-Media‘“, in: *Kunstforum International*, Nr. 242 (2016), S. 54–67; Alan Liu, *Friending the Past. The Sense of History in the Digital Age*, Chicago: The University of Chicago Press, 2018.

51 Liu, *Friending the Past*, S. 227.

52 Clement Greenberg, „Avantgarde and Kitsch“, in: ders., *Art and Culture. Critical Essays*, Boston: Beacon 1989, S. 3–21; Clement Greenberg, „Towards a Newer Laocoon“, in: *The Collected Essays and Criticism*, Bd. 1., 1939–44, Chicago: The University of Chicago Press 1986, S. 23–38.

53 Gotthold Ephraim Lessing, „Laokoon: oder über die Grenzen der Malerei und Poesie“, in: ders., *Laokoon, Briefe, antiquarischen Inhalts*, hg. v. Wilfried Barner, Frankfurt am Main: Deutscher Klassikerverlag 2007, S. 114–129.

54 Dass diese normative Interpretation auch ein Ergebnis der Rezeption seines

Werkes, insbesondere durch seinen Schüler Michael Fried, ist, bemerkte Greenberg mit einigem Unmut, vgl. Thierry de Duve, *Clement Greenberg Between the Lines. Including a Debate with Clement Greenberg*, Chicago: The University of Chicago Press, 2010, S. 147 f. Ich danke Colin Lang, der mich auf diese Stelle hingewiesen hat.

55 Marshall McLuhan, *Understanding Media. The Extensions of Man* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994).

56 N. Katherine Hayles, „Print Is Flat, Code Is Deep. The Importance of Media-Specific Analysis“, *Poetics Today* 25, Nr. 1 (2004), S. 67–90.

57 Lev Manovich, *The Language of New Media*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000, S. 218.

58 Espen J. Aarseth, *Cybertext. Perspectives on Ergotic Literature*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press 1997, S. 62.

59 Vgl. Matthew Kirschenbaum, *Mechanisms. New Media and the Forensic Imagination*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2007, S. 10 f.

60 Vgl. für diesen aufsteigenden Prozess Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton, „Deep Learning“, in: *Nature* 521 (Mai 2015), S. 436–444.

61 Allison Parrish, „Ahe Thd Yearidy Ti Isa (asemic GAN-generated novel)“, <https://github.com/NaNogenMo/2019/issues/144>. Der Roman war ein Beitrag zum National Novel Generation Month 2019.

62 Ian J. Goodfellow u. a., „Generative Adversarial Networks“, in: *NIPS'14. Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems*, Bd. 2, Cambridge, Mass.: MIT Press 2014, S. 2672–2680.