

Nachwort

Auf der Suche nach Trurls Elektrobarden

Wann immer ich öffentlich über KI spreche und mich dabei an ein allgemeines Publikum wende, ergeben sich unweigerlich Diskussionen, die rein technische Erwägungen überschreiten und neben ethischen und ökonomischen Fragen auch philosophische und ästhetische Themen berühren. Angesichts der jüngsten Fortschritte im Bereich der generativen KI drängen sich Fragen nach Wert, Bedeutung und Einordnung der mithilfe von Computerprogrammen hervorgebrachten literarischen Texte, Bilder und musikalischen Kompositionen auf.

Was die ethischen und ökonomischen Fragen angeht, bin ich lediglich ein interessierter Laie. Die philosophischen und kunstwissenschaftlichen Diskussionen hingegen führe ich mit Vergnügen. Schließlich hat mein Interesse für generative Verfahren mich vor vielen Jahren dazu gebracht, überhaupt in die Softwareentwicklung einzusteigen: Ein Freund, der um mein Interesse für Mathematik und elektronische Klänge wusste, hatte mir eine Kopie der Computeralgebra-Software Mathematica zur Verfügung gestellt. Diese sei, wie er meinte, dazu geeignet, mittels Code Sounds zu produzieren. Meine Neugier war geweckt. Fast ohne jedes theoretische Vorwissen begann ich zu programmieren und algorithmische Komposition zu betreiben.

Algorithmische Komposition

Damit begab ich mich in eine Tradition, die deutlich älter war, als ich damals ahnte. Die Entstehung der Idee, Musik mittels algorithmischer Verfahren zu komponieren, liegt sehr viel weiter zurück als der Bau des ersten Digitalrechner: Als die erste Programmiererin, Ada Lovelace, 1842 die Idee eines schöpferischen Computers formulierte, dachte auch sie zunächst an Musik – die von Charles Babbage entworfene Analytical Engine könne »mit ganz anderen Dingen als Zahlen arbeiten« und »ausgefeilte und wissenschaftlich fundierte Musikstücke jedweder Komplexität und Länge komponieren.«¹

Bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts lieferte Athanasius Kircher mit seiner »Arca Musarithmica« ein konkretes Beispiel für algorithmische Kompositionsregeln: Er beschrieb ein kombinatorisches Verfahren, das musikalische Laien zur Komposition befähigte.

¹ Zitiert nach Jens Schröter: »Bilder weben, Musik komponieren. Ada Lovelace und das Universalmedium Computer« in Krämer 2015, S. 69.

higen sollte.² Die Anzahl der in seiner Erfindung potenziell verborgenen Werke geht in die Millionen und macht die Notwendigkeit einer Auswahl deutlich – ein nach wie vor aktuelles Problem generativer Kunst.

Als in der Nachkriegszeit real existierende Rechenanlagen erstmals auch für nichtmilitärische Zwecke zur Verfügung standen, traten wenig später musikalische Anwendungen auf den Plan. Lejaren Hiller und Leonard Isaacson präsentierten in den späten 1950er-Jahren mit der Illiac Suite das erste von einem Computer komponierte Streichquartett.³

Dass die ersten generativen Verfahren vor allem die Komposition von Musik verfolgten, hat einen guten Grund: Musikalische Strukturen *sind unmittelbar zahlenförmig*⁴ und müssen nicht erst übersetzt werden, um sie algorithmisch zu behandeln – ob mit oder ohne Digitalrechner.

Computerdichtung und Informationsästhetik

Ein frühes Beispiel für algorithmisch erzeugte Literatur sind die 1961 von Raymond Queneau veröffentlichten »Cent Mille Millions de Poèmes«⁵ (Hunderttausend Milliarden Gedichte). Das Werk liefert 10 Sonette zu jeweils 14 Zeilen. Der Autor gestattet es, diese Zeilen frei zu kombinieren und auszutauschen, sodass 10 hoch 14 verschiedene Sonette entstehen können. Auch hier stellt sich das oben genannte Auswahlproblem.

Ebenfalls in den 1960er-Jahren entwickelten der Philosoph Max Bense, der Mathematiker und Künstler Frieder Nake und der Elektrotechniker Abraham A. Moles die Informationsästhetik⁶. Das ist ein Forschungsgebiet, das Ästhetik mit Informationstheorie, Mathematik und Informatik zu verbinden sucht. Die theoretischen und praktischen Ergebnisse dieser Anstrengungen sind höchst bemerkenswert, eine Beschäftigung damit lohnt sich unbedingt. Sie können aber keinesfalls den Anspruch erheben, das gesamte Feld des menschlichen künstlerischen Schaffens zu umfassen, sondern bewohnen lediglich kunstgeschichtliche und kunstwissenschaftliche Nischen.

2 Fred K. Prieberg: »Musica Ex Machina. Über das Verhältnis von Musik und Technik«, Berlin 1960, S. 106 f.

3 Lejaren Hiller und Leonard Isaacson: »Experimental music; composition with an electronic computer«, New York 1959.

4 Siehe [Abschnitt 14.2](#), »[Wörter in Zahlen codieren für Fortgeschrittene](#)«.

5 Raymond Queneau: »Cent Mille Millions de Poèmes«, Paris 1961.

6 Zum Beispiel in Max Bense: *Aesthetica*, Baden-Baden 1965, Abraham A. Moles: »Kunst & Computer«, Köln 1973, Frieder Nake: »Ästhetik als Informationsverarbeitung«, Wien 1974.

Das gilt für sämtliche Hervorbringungen der frühen algorithmischen Kunst. In ihnen herrschten kombinatorische und pseudozufällige Methoden vor, die übrigens nur sehr wenig mit dem zu tun haben, was wir heute unter KI verstehen. Es standen Top-down-Verfahren im Vordergrund, etwa die Formalisierung einzelner Aspekte musikalischer und sprachlicher Strukturen zur anschließenden Verwendung in Produktionsregeln.

Die Grenzen des Berechenbaren

Die Beschränkungen der frühen algorithmischen Kunst und der entsprechenden kunstwissenschaftlichen Bemühungen liegen offenkundig an der Beschränkung auf das, was sich mit den damaligen theoretischen und praktischen Werkzeugen überhaupt formalisieren und algorithmisch bearbeiten ließ. Dieser Mangel wurde gerade bei frühen computergenerierten literarischen Texten deutlich, die eben vor allem auf diesem formalisierbaren Teil der Sprache beruhten: amüsante Experimente, die sich im Vergleich zu großen literarischen Werken allerdings armselig ausmachen.

Hat sich durch den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt seit den 1960er-Jahren etwas geändert? Haben sich die Grenzen des Berechenbaren und des Formalisierbaren verschoben?

Tatsächlich verfolgen die KI-Verfahren, deren Erfolge aktuell Furore machen, überhaupt nicht das Ziel einer Formalisierung, sondern folgen einem statistischen Ansatz. Hier bestimmen nicht die handgeschriebenen Algorithmen, sondern die zum Lernen verwendeten Datensätze das Ergebnis. Das Produkt des Programms ist somit nicht mehr überwiegend etwas dem Algorithmus Immanentes, sondern etwas von außen Zugeführtes, in den Trainingsdaten Enthaltene. Die vorsichtige Formulierung deutet an, dass hier eine Grenze nur schwer zu ziehen ist, denn jedes KI-Projekt mit der damit verbundenen Aufbereitung der Trainingsdaten⁷ sowie der Programmierung der Bewertungsfunktion enthält unausgesprochene Setzungen und Annahmen.

Ohne jeden Zweifel hat sich der statistische Ansatz als wesentlich erfolgreicher erwiesen als die händische Formalisierung. Anhand unvorstellbar großer Textmassen trainierte Sprachmodelle wie ChatGPT, Bard oder Jasper können in natürlicher Sprache mit den Nutzerinnen und Nutzern kommunizieren. Sie liefern oft sinnvolle und korrekte Antworten auf die ihnen gestellten Fragen.

⁷ Siehe [Abschnitt 11.1](#), »Das überwachte Lernen«, und [Abschnitt 13.6](#), »Zusammenfassung und Ausblick«.

Der Stand der Dinge

Die großen Sprachmodelle beantworten nicht nur Fragen zu wissenschaftlichen und technischen Themen, sie liefern nicht nur Kochrezepte und Ideen zur Gestaltung von Kindergeburtstagen. Sie können auch Geschichten und Gedichte zu vorgegebenen Themen verfassen oder Songtexte schreiben. Die Ergebnisse sind mitunter amüsant und erstaunlich, dürften aber nur bei den wenigsten Leserinnen und Lesern als ernst zu nehmende Literatur durchgehen.

Die Schwächen offenbaren sich nicht nur bei literarischen Gehversuchen. Zwar können die aktuellen Sprachmodelle *sattsam Bekanntes* angemessen gegliedert und weitgehend korrekt darstellen, bei spezielleren Fragestellungen und komplexeren Themen liefern sie aber allzu oft Falsches oder zumindest sehr Gewöhnliches. Überraschende Sichtweisen, ungeahnte Ideen, originelle Darstellungen und gelungene sprachliche Wendungen bleiben die Ausnahme und erwecken eher den Eindruck von Zufallstreffern. Es dominiert der aufzählende Charakter. Wenn Sie etwa mit ChatGPT über philosophische Fragen diskutieren wollen, erhalten Sie meist Antworten, die derart aus- und abgewogen sind, dass sie für ein Schulreferat notfalls reichen mögen, aber nur selten tiefere Einsichten erlauben und eher zu einer gepflegten Langeweile führen dürften.

Ob Literatur oder Philosophie: Die Grenzen der aktuellen Sprachmodelle sind offenkundig. Die ästhetischen Möglichkeiten von Text- und auch Bildgeneratoren lassen sich aus der Perspektive des Philosophen Byung-Chul Han⁸ gut verstehen und beschreiben. Er konstatiert, dass der digitale Kapitalismus alles fördere, was sich mit geringstmöglichem Widerstand in digitalen Netzen verarbeiten lässt. Das sind – ein Blick auf die Inhalte von Instagram, TikTok und ähnlichen Plattformen beweist es – kurze und isolierte Fragmente. Ob Selbsthilfefloskel, ein gelungener Übergang in einem DJ-Set, eine witzige Szene aus einem Film, ein sportlicher Trick, ein kunsthandwerklicher Tipp oder ein politisches Statement: Im sogenannten sozialen Medium steht all dies leicht konsumierbar nebeneinander. Selbst Trauer und Schmerz werden hier zum Produkt, wenn Influencer mit Posts über persönliche Verluste »Reichweite generieren«. Das »Andere«, das »Sperrige«, das »Fremde«, das uns in der Kunst zu berühren, zu überraschen oder zu verstören vermag, findet hier nicht statt.

Die Ästhetik der KI ist eine Ästhetik der Fragmente. Nun sind die Collage und der Remix nicht zu unterschätzende Teile künstlerischer Praxis. Und in der Tat sind die visuellen Hervorbringungen von Transformern wie Midjourney mitunter bemerkenswert. Aber sie erschöpfen sich bislang in der Remix-Ästhetik. Das erinnert sehr an die oben genann-

8 Siehe zum Beispiel in »Transparenzgesellschaft« (Han 2012) und »Im Schwarm« (Han 2013).

ten ersten Computergedichte, die ebenfalls nur einen kleinen Teil sprachlicher Möglichkeiten abbilden konnten.

Der Literatur- und Medienwissenschaftler Joseph Vogl hat in einem Interview mit dem Deutschlandfunk angesichts enttäuschender Ergebnisse bei der »Produktion von Bildern im Stil von Raffael« angemerkt, dass der »Begriff des Stils unter diesen Bedingungen eine überaus konservative Kategorie ist, wie vielleicht auch dieses ganze Projekt in dieser Hinsicht letztlich bestimmte konservative Kriterien abtastet: Wer ist der Autor? Wie schreibt der Autor? Wie bastelt er Subjekt und Prädikat zusammen?«. Vogl merkt an, dass diese »Reproduktion von Konservatismen« letztlich im System der KI begründet ist, da »diese Maschinen mit Wahrscheinlichkeitsoperationen umgehen. Das heißt, sie haben ein großes Gedächtnis [...] und sie können Markow-Ketten sehr gut verwalten, d. h. den Übergang von einem Buchstaben zum anderen, von einem Wort zum anderen, von einem Satz zum anderen ...«^{9, 10}

Dünnes Eis

Wer versucht, anhand des aktuellen Stands der Technik Prognosen über zukünftige technische Entwicklungen abzugeben, bewegt sich auf dünnem Eis. Das liegt unter anderem daran, dass sich vergangene Prognosen allzu oft als falsch erwiesen haben: Was die großen Sprachmodelle heute beherrschen, hätte kaum jemand vor zehn Jahren für absehbar möglich gehalten. Bei aller berechtigten Kritik an der Qualität der Ergebnisse: Dass es funktioniert, Eigenschaften wie »von Thomas Bernhard geschrieben« oder »im Stil eines Werbeprospekts aus den 1970er-Jahren« mathematisch zu abstrahieren und zu reproduzieren, ist höchst erstaunlich und hat Bewunderung und Beachtung verdient.

Zurückhaltung ist zudem angebracht, weil man sich mit der Frage nach den Grenzen der KI sehr schnell in der fragwürdigen Position eines Verteidigers des Menschen gegenüber kalten und gefühllosen Maschinen wiederfindet. Dieser Kampf hat sich, zumindest in den letzten Jahrzehnten, als Rückzugsgefecht erwiesen. Diese Position möchte ich also nicht einnehmen, die Frage nach den Grenzen aber dennoch stellen.

9 Joseph Vogl und Carsten Hueck: »Wie verändert KI die Literaturkritik« (Interview), Deutschlandfunk, 22.06.2023.

10 Siehe Kapitel 2, »Texte bauen mit Markow«, und Abschnitt 14.1, »Ein Sprachmodell von außen betrachtet«.

Viel hilft viel?

In der aktuellen Diskussion um die Verbesserung der Leistungsfähigkeit lassen sich zwei Lager ausmachen:¹¹

Die Skalierungsbefürworter schließen aus der Erfahrung, dass in der Vergangenheit die Vergrößerung der Modelle und die Hinzunahme von noch größeren Trainingsdatensätzen Erfolg gebracht haben, dass dies auch zukünftig der Fall sein wird. Wenn wir also ein Modell trainieren könnten, das ebenso viele Gewichte enthält wie das menschliche Gehirn Synapsen, dann könnte dieses Modell auch menschliche Intelligenz erlangen.

Die Skalierungsskeptiker hingegen fordern mehr Grundlagenforschung und gehen davon aus, dass die aktuellen Modelle grundsätzliche, strukturelle Mängel aufweisen, die sich durch Skalierung nicht beheben lassen. Sie kritisieren, dass die Transformer keine Objekte repräsentieren können und keine Modell von der Welt enthalten, in der sie operieren: Das uns allen vertraute Vorstellungshandeln ist ihnen völlig fremd.

Wer auch immer am Ende Recht behalten wird: Mit weiteren Fortschritten ist zu rechnen, ob durch Skalierung, neue Modellarchitekturen oder die schrittweise Weiterentwicklung vorhandener Modelle. Wie wäre es, wenn stärker kuratierte Trainingsdaten zum Beispiel originelle von weniger originellen Texten unterscheiden könnten? Vielleicht ist es möglich, Originalität selbst mathematisch zu abstrahieren und zu reproduzieren?

Lems Elektrobarde

In der Kurzgeschichte »Trurls Elektrobarde« erzählt Stanisław Lem vom Abenteuer des Konstrukteurs Trurl, der eine Maschine bauen möchte, »die in der Lage sein sollte, makellose Lyrik zu schreiben«. Das Vorhaben erweist sich als äußerst knifflig, denn »das Programm, das ein durchschnittlicher Dichter im Kopf hat, wurde durch die Zivilisation geschaffen, in der er auf die Welt kam«.

Daraus ergibt sich letztlich die Notwendigkeit, diese Entwicklung zurückzuverfolgen »bis zum Vorabend der Schöpfung, als die Bits ... noch völlig ungeordnet im primordialen Chaos ... herumschwirten«. Trurls Maschine muss, um dichten zu können, einen Großteil der Geschichte des Universums simulieren.¹²

Vor einem ähnlichen Problem, so scheint es mir, stehen auch jene, die sich von einer KI literarische Werke erhoffen, die so unabschließbar bedeutsam sind wie zum Beispiel

¹¹ Merkert und Bogartz 2022.

¹² Lem 1985, S. 47–62.

jene von Franz Kafka. Der Autor eines Werks ist nämlich niemals dessen alleiniger Urheber. All das zu simulieren, was auf die Entstehung eines Werks Einfluss haben mag, ist zwar vielleicht *im Prinzip* vorstellbar, aber erstens *praktisch* unmöglich – und zweitens: Warum sollten wir uns diese Mühe überhaupt machen?

Schlechte Karten für KI-Kunst also? Bleibt sie in der Collage, in der Parodie, im Nachbilden von Oberflächeneffekten stecken? Nicht unbedingt. Es erscheint bemerkenswert, dass sich die Begriffe »Kunst«, »Intelligenz« – und »künstliche Intelligenz« allemal! – in ähnlicher Weise einer genauen Definition entziehen. Wenn wir es versuchen, finden wir uns allzu schnell beim Aufzählen technischer und sozialer Praktiken wieder. Vielleicht mag diese Uneindeutigkeit den Weg weisen?

Aus Sicht des Kunsthistorikers und -kritikers Hanno Rauterberg eröffnen gerade die Unschärfen und Unvollkommenheiten ästhetische Möglichkeiten. »Die Säge ist zum Sägen bestimmt. Das Gerät des Programmierers hingegen bleibt so unterdeterminiert wie die Leinwand eines Malers. Es gibt keinen entschiedenen Zweck [...] Ebenso wenig ist der digitalen Maschine eingeschrieben, was sich in ihr abspielen, wem sie auf welche Weise dienlich sein soll.«¹³

Tatsächlich ist die Nachahmung und Imitation menschlicher Fähigkeiten nur in den seltensten Fällen der Zweck ernst zu nehmender KI-Kunst. Wir dürfen von Kunst ganz unterschiedliche Dinge erwarten. Unsere Erwartungen an Maschinen sind ähnlich vielgestaltig und veränderlich. Kunst und Technik bedingen, formen und überschneiden einander. Und algorithmische Kunst vermag über das Existieren von Maschinen und Menschen in einer medientechnisch verfassten Welt sowie über das Wesen der Kunst zu reflektieren und zu phantasieren: »Mag die künstliche Intelligenz in einer starken, welt-durchdringenden, das soziale Wissen einschließenden Version noch auf sich warten lassen – hier, auf dem weithin unbestimmten Feld der Ästhetik, vermögen die Algorithmen bereits zu reüssieren. Hier zählt der Schein weit mehr als das Sein, und zumindest für eine scheinhafte Scheinhaftigkeit, eine Kunst des Simulakrums zweiter Ordnung, vermögen die Apparate mühelos einzustehen.«¹⁴

Dieser Text knüpft an den Artikel »Künstliche Intelligenz – der weite Weg zur Kunst aus der Maschine« an, den ich 2019 für heise online geschrieben habe. Einige Formulierungen aus dem Artikel habe ich für diesen Text übernommen.

¹³ Rauterberg 2021, S. 18 f.

¹⁴ Rauterberg 2021, S. 55 f.